

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA**  
**FÍSICA**



**TESIS DOCTORAL**

**Valores de referencia de composición corporal  
para población española adulta, obtenidos  
mediante antropometría, impedancia eléctrica  
(BIA) tetrapolar e interactancia de infrarrojos**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

**Patricia Monserrat Rodríguez Camacho**

DIRECTORES

**María Dolores Marrodán Serrano**  
**Juan Francisco Romero Collazos**

Madrid, 2017

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE BIOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA FÍSICA



**Tesis Doctoral**

**Valores de Referencia de Composición Corporal para  
Población Española Adulta, Obtenidos Mediante  
Antropometría, Impedancia Eléctrica (BIA) Tetrapolar e  
Interactancia de Infrarrojos**

**Patricia Monserrat Rodríguez Camacho**

2016

**Portada:** David de Miguel Ángel. La Galería de la Academia de Florencia (Italia).

**Fotografía** tomada y cedida por: Silvia Martín Lozano. Septiembre 2015.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE BIOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA FÍSICA

**Valores de Referencia de Composición Corporal para Población  
Española Adulta, Obtenidos Mediante Antropometría, Impedancia  
Eléctrica (BIA) Tetrapolar e Interactancia de Infrarrojos**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

Presentada por

**Patricia Monserrat Rodríguez Camacho**

Bajo la dirección de la doctora

**María Dolores Marrodán Serrano**

Departamento de Zoología y Antropología Física  
Facultad de Biología  
Universidad Complutense de Madrid

Y la co-dirección del doctor

**Juan Francisco Romero Collazos**

Investigador del Grupo de Investigación Acreditado **EPINUT UCM** (ref. 920325)  
**DeporClinic. Clínica Medicina Fisioterapia Deportiva**



***Maria Dolores Marrodán Serrano*** Profesora Titular del Departamento de Zoología y Antropología Física de la Facultad de Biología de la UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, y ***Juan Francisco Romero Collazos*** miembro del Grupo de Investigación EPINUT-UCM y especialista de DeporClinic (Clínica de Medicina y Fisioterapia Deportiva),

CERFITICAN que:

La memoria titulada “**Valores de Referencia de Composición Corporal para Población Española Adulta, Obtenidos Mediante Antropometría, Impedancia Eléctrica (BIA) Tetrapolar e Interactancia de Infrarrojos**” que presenta ***Patricia Monserrat Rodríguez Camacho*** para optar al Título de Doctor en Biología, ha sido realizada en el Departamento de Zoología y Antropología Física de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid bajo nuestra dirección. Autorizamos su presentación a la Junta de Facultad al considerar que constituye un trabajo de tesis.

Para que así conste, firmamos este certificado en Madrid a 6 de Septiembre de 2016

Dra. María Dolores Marrodán Serrano

Dr. Juan Francisco Romero Collazos



*A mis padres*

***Luis y M<sup>a</sup> Dolores***

*“No hay inversión más rentable que la del conocimiento”*

*(Benjamin Franklin)*

*“La sabiduría suprema es tener sueños lo bastante grandes  
como para no perderlos de vista mientras se persiguen”*

*(Willian Faulkner)*





Esta tesis ha sido posible gracias a la ayuda de muchas personas, a las cuales quiero expresar mi más sincero agradecimiento.

A la Doctora *M<sup>a</sup> Dolores Marrodán Serrano* (Directora de Tesis), por aceptar dirigir esta tesis incondicionalmente, por sus correcciones y aportaciones que han contribuido a mejorarla y por todo el tiempo invertido en ello.

Al Doctor *Juan Francisco Romero Collazos* (Codirector de Tesis), por aceptar la co-dirección de esta tesis.

A mi hermana *Blanca* y a *Patrick* (Language assistant) por sus correcciones de inglés.

A mis amigas *Begoña, Beatriz, Arancha, Silvia* y *Carmen* por ayudarme con la recogida de datos y en la revisión del contenido.

A la Unidad de Investigación en Enfermería, porque sin su ayuda no hubiera podido recoger datos y obtener una muestra en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón (HGUGM).

A la Dirección de Enfermería por facilitar la recogida de datos en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón (HGUGM).

Al Comité Ético de Investigación Clínica - Área 1, por otorgar el consentimiento para llevar a cabo el proyecto en el Hospital.

A los Departamentos de Urgencias y Especialidades Médicas del HGUGM, por prestarme las instalaciones para realizar las mediciones.

A todos los trabajadores de todas las categorías profesionales del HGUGM, que se han prestado voluntaria e incondicionalmente para ser la muestra del estudio, incluso en los días de gran presión asistencial.

A la Unidad de Cultura Científica y de Archivo y Biblioteca del Real Jardín Botánico (RJB), por permitir la recogida de datos en el jardín, tanto a los trabajadores como a los estudiantes de la Escuela Taller de Jardineros.

A todos los trabajadores del Real Jardín Botánico que se han prestado voluntaria e incondicionalmente para ser la muestra del estudio, en su jornada de trabajo.

A todos los trabajadores del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) que se han prestado voluntaria e incondicionalmente para ser la muestra del estudio, en su jornada de trabajo.

A los alumnos de las distintas Universidades de la Comunidad de Madrid, (Universidad Complutense UCM, Universidad Autónoma UAM, Universidad Rey Juan Carlos y Universidad Alfonso X El Sabio), por su participación en la muestra.

A todas las personas anónimas que de manera voluntaria participaron en las Semanas de la Salud organizadas por la Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA), en diferentes pueblos y ciudades de la Comunidad de Madrid.

Y por supuesto, no podía faltar mi agradecimiento a mis padres, *Luis* y *M<sup>a</sup> Dolores*, que me han apoyado en todo momento para realizar esta tesis y a quienes va dedicada.





**Foto:** El retrato de Velásquez

**Autor:** Fernando Botero

	<b><u>Páginas</u></b>
<b>1 Introducción</b>	<b>17</b>
1.1 Definición de composición corporal e interés para la salud	19
1.2 Modelos de composición corporal	27
1.3 Métodos y técnicas de medida	36
<b>2 Justificación del estudio</b>	<b>39</b>
<b>3 Hipótesis y Objetivos</b>	<b>45</b>
<b>4 Material y Métodos</b>	<b>49</b>
4.1 Diseño del estudio y consideraciones éticas	51
4.2 Descripción de la muestra	52
4.3 Métodos de análisis de la composición corporal	58
4.4 Variables para el diagnóstico nutricional y el riesgo cardiovascular	79
4.5 Análisis estadístico	84
<b>5 Resultados</b>	<b>87</b>
5.1 Caracterización de la muestra	89
5.2 Análisis de la composición corporal	108
5.3 Otros indicadores para el diagnóstico nutricional	131
5.4 Eficacia diagnóstica de índices y medidas antropométricas en la identificación de la sobrecarga ponderal	134
5.5 Predicción de la adiposidad relativa a partir del peso y del ICT	137



<b>6</b>	<b>Discusión</b>	<b>145</b>
6.1	Caracterización y contextualización de la muestra	147
6.2	Análisis de la composición corporal	159
6.3	Otros indicadores para el diagnóstico nutricional	174
6.4	Eficacia diagnóstica de índices y medidas antropométricas en la identificación de la sobrecarga ponderal	181
6.5	Predicción de la adiposidad relativa a partir del peso y del ICT	184
<b>7</b>	<b>Consideraciones y Conclusiones</b>	<b>189</b>
<b>8</b>	<b>Resumen</b>	<b>197</b>
<b>9</b>	<b>Abstract</b>	<b>203</b>
<b>10</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>209</b>
<b>11</b>	<b>Índice de Abreviaturas</b>	<b>249</b>
<b>12</b>	<b>Anexos</b>	<b>255</b>
	Anexo 1. Consentimiento informado	257
	Anexo 2. Dictamen del Comité Ético de Investigación Clínica	263
	Anexo 3. En cuesta de hábitos alimentarios y socioeconómica	264
	Anexo 4. Frecuencia e intensidad del ejercicio físico desempeñado	265
	Anexo 5. Ficha de medidas antropométricas	266



## ***1. INTRODUCCIÓN -***

---

**Foto:** La Bailarina de Ballet (2006).

**Autor:** Fernando Botero

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Definición de composición corporal y su interés en el ámbito de la salud**

El análisis de la composición corporal (CC) es la evaluación, por distintos métodos, de las diferentes fracciones corporales consideradas respecto del peso total (1). Se trata de una práctica fundamental en el ámbito de la salud humana y las ciencias del deporte, que resulta imprescindible para comprender y valorar el efecto que la dieta, el ejercicio, los procesos ontogénicos, las enfermedades y otros factores ambientales ejercen sobre el organismo.

Como indican Herrero de Lucas y Cabañas Armesilla (2), existe una estrecha vinculación entre la CC corporal y la salud por lo que la posibilidad de fraccionar la estructura somática del individuo permite focalizar la prevención. Además, la mortalidad, independientemente de la patología causante, tendría una relación directamente proporcional con el aumento de masa grasa y la disminución de masa magra, especialmente de masa muscular. Por este motivo algunos autores (3, 4) han planteado la importancia de la CC en la variabilidad de la mortalidad de distintas poblaciones.

En particular, la CC es uno de los ejes para la valoración de la condición nutricional y el seguimiento de los pacientes malnutridos tanto por defecto como por exceso.

Por lo que se refiere al diagnóstico del riesgo asociado a la obesidad, permite un mejor conocimiento de los niveles de adiposidad y de su distribución que trasciende la información que se deriva del índice de masa corporal (IMC), y su análisis, permite realizar un seguimiento de los pacientes obesos para asegurarse que la masa magra del cuerpo no se pierde durante una dieta reductora de peso (5).

El control y tratamiento de la obesidad, estrechamente asociada a la diabetes y a las patologías cardiovasculares, constituye un tema prioritario en Salud Pública principalmente en los países desarrollados y en fase de transición nutricional. Por otra parte, la pérdida de tejido magro y de agua corporal, también se vinculan con el envejecimiento y la enfermedad crónica y por ende, con la morbilidad y la mortalidad (6). La CC y en particular los niveles de adiposidad y su distribución, se han relacionado con el riesgo cardiovascular (RCV) y la morbimortalidad coronaria, en numerosos trabajos de investigación como los de Dalmau (7), Hamm (8), Staiano (9) o el de Estruch (10), entre una amplia bibliografía sobre el tema.

De hecho, la mayoría de las sociedades científicas que definen el diagnóstico para el RCV y el síndrome metabólico (SM), incorporan dimensiones antropométricas en la evaluación de estas situaciones patológicas.

La *Organización Mundial de la Salud* (OMS) (11), en 1999 incorporó la medida del  $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$  o una relación entre el perímetro de la cintura (PC) y el de la cadera ( $\text{PCd}$ )  $\geq 0,90$  en los varones y  $\geq 0,85$  en las mujeres como criterio de evaluación. En el 2001 la *National Cholesterol Education Program* (NCEP) (12), en su *Adult Treatment Panel III* (ATP III) consideró criterio de SM la obesidad abdominal medida por el  $\text{PC} \geq 102 \text{ cm}$  en los hombres y  $\geq 88 \text{ cm}$  en las mujeres. En 2002 el *European Group for the Study of Insulin Resistance* (EGIR) de la OMS (13), formuló una definición alternativa del SM para personas no diabéticas en la que nuevamente se tiene en cuenta la obesidad central medida por el  $\text{PC} \geq 94 \text{ cm}$  en los hombres y  $\geq 80 \text{ cm}$  en las mujeres. La *International Diabetes Association* (IDF) (14), propone  $\text{PC} \geq 94 \text{ cm}$  para varones y  $\text{PC} \geq 80 \text{ cm}$  para mujeres de Oriente Medio, el Mediterráneo y África Subsahariana; y valores de  $\text{PC} \geq 90 \text{ cm}$  para varones y  $\text{PC} \geq 80 \text{ cm}$  para mujeres de poblaciones originarias de América Central y del Sur (15). Otras sociedades como La *American National Heart Association, Lung and Blood Institute*, (NHLBI), combinan puntos de corte del perímetro de la cintura (PC) con valores de índice de masa corporal (IMC) para establecer el nivel de RCV (16). Lo mismo sucede con la *Sociedad Japonesa de Obesidad* (15), que toma también en cuenta el PC y propone valores propios para la población asiática ( $\text{PC} \geq 85 \text{ cm}$  para varones japoneses y  $\text{PC} \geq 90 \text{ cm}$  para mujeres japonesas), y la *Cooperative Task Force* (15), que propone  $\text{PC} \geq 85$  para varones chinos y  $\text{PC} \geq 80 \text{ cm}$  para mujeres chinas. Así mismo, se han propuesto valores específicos para población sudamericana establecidos en un punto de corte de  $\text{PC} \geq 84 \text{ cm}$  para mujeres y  $\text{PC} \geq 90$  en varones. (17).

Aunque el PC por si sólo o su relación con el perímetro de la cadera (PCd), así como el IMC son los parámetros antropométricos más habitualmente asociados al RCV, se están explorando otros indicadores como por ejemplo el índice de cintura talla (ICT) y otras medidas como los componentes somatotípicos, en particular la endomorfia, que parecen estar más fuertemente asociados al RCV en pacientes post-síndrome coronario agudo tal como ha puesto de relieve Martín Castellanos (18). Por todo lo anteriormente comentado, la evaluación de la CC se ha incorporado al seguimiento de los pacientes afectados por enfermedades de tipo cardiometabólico, para conocer la eficacia de los tratamientos farmacológicos.

Las personas con diabetes mellitus tipo 2, presentan por lo general sobrepeso u obesidad y por otra parte, un riesgo incrementado de sarcopenia como resultado de baja forma física o de otros desórdenes metabólicos. Así por ejemplo, estudios recientes (19) muestran que la administración de *Metformina* modifica beneficiosamente los componentes corporales disminuyendo la grasa total e incrementando la masa muscular y el contenido de agua. Así mismo, se ha comprobado que las diferencias en la sensibilidad a la insulina y en la respuesta de las células beta, entre enfermos de origen caucasoide o japonés, puede ser explicada por las diferencias en CC entre ambos colectivos (20).

También en los casos de desnutrición extrema, como ocurre en pacientes anoréxicas, la valoración de la CC está recomendada frente a los métodos bioquímicos tradicionales (como los niveles de albúmina, transferrina o prealbúmina) que no suelen ser eficaces, debido a la adaptación crónica del organismo a la escasez de nutrientes (21).

Igualmente conocer los cambios que se producen en la CC con el envejecimiento, destacando el incremento de la masa grasa, el descenso de la masa muscular y la reducción de la masa ósea, es fundamental para el manejo de las patologías geriátricas y de aquellas que son consecuencia de la edad, como por ejemplo la sarcopenia o la osteoporosis (22). De hecho, algunos especialistas aconsejan que se incluya el estudio de la CC como parte fundamental de la valoración gerontológica integral, que defina la condición física saludable en el adulto mayor y en el anciano (23).

Así mismo, el conocimiento de la CC en pacientes hospitalizados es de gran importancia, ya que se ha estimado que la desnutrición producida tanto por causas quirúrgicas como médicas, afecta a entre un 30% y un 50% de este colectivo, siendo la proporción aún más elevada en los pacientes graves y la causa del incremento de mortalidad (24).

En el medio hospitalario es muy importante identificar a los sujetos desnutridos o en riesgo, para instaurar un soporte nutricional adecuado que permita disminuir las complicaciones asociadas y garantizar un mayor éxito médico-quirúrgico.



Determinadas patologías son especialmente sensibles al riesgo de desnutrición y de alteración de los componentes corporales, podríamos citar entre otras, la pancreatitis, las insuficiencias respiratoria, hepática o renal, la diabetes, distintos tipos de cáncer o el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA). Por supuesto también situaciones críticas como los politraumatismos, los grandes quemados etc.

Entre los condicionantes de la morbimortalidad de los pacientes con disfunción renal se encuentra la desnutrición y la alteración del balance del nitrógeno y del componente hídrico (25). En los individuos sometidos a diálisis hay que prestar especial atención al grado de hidratación, aunque también debe controlarse el exceso de grasa por las consecuencias bioquímicas que se derivan de ello, como son la resistencia a la insulina, la disfunción endotelial o los efectos aterogénicos y protrombóticos que pueden empeorar el estado general de salud. Ciertos estudios han comprobado que los parámetros de composición corporal se correlacionan fuertemente con indicadores bioquímicos de malnutrición proteico-energética que, sin embargo, no se asocian al IMC (26) y que las modificaciones en la masa grasa y magra son predictoras del daño renal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (27). Por todo ello, los especialistas consideran que el monitoreo nutricional y el análisis de la CC son una estrategia para lograr una disminución de mortalidad y las complicaciones asociadas al fallo renal, por lo que deberían efectuarse de manera rutinaria (28, 29, 30).

También, la desnutrición es una de las complicaciones más frecuentes en los pacientes oncológicos, su prevalencia es de un 15-20%, incrementándose hasta un 80-90% en los casos de enfermedad avanzada, con lo que una intervención nutricional adecuada ayuda a prevenir complicaciones de la enfermedad, optimizar la calidad de

vida de los pacientes, aumentar la respuesta y la tolerancia al tratamiento, y disminuir el tiempo de estancia hospitalaria (31, 32). La interacción entre el estado nutricional, la composición corporal y los factores relativos al tratamiento, representan una combinación que puede incidir en la calidad de vida de los pacientes oncológicos.

Por una parte, determinados tipos de cáncer, (de esófago, tiroides, colon y riñón en hombres; endometrio, vías biliares, riñón y esófago en mujeres), son más frecuentes en sujetos con exceso de adiposidad o con un tipo preferencial de distribución de la grasa y, por otro lado, los tratamientos de quimioterapia pueden afectar a los componentes corporales disminuyendo particularmente el músculo esquelético, motivo por el cual el análisis de CC mediante antropometría o impedancia eléctrica, es una práctica recomendada por los investigadores (33, 34, 35).

La desnutrición en el paciente con Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) puede estar causada por múltiples factores y tanto el tratamiento, como la enfermedad, pueden contribuir a la pérdida involuntaria de peso y a la disminución de producción energética, como son los cambios en el metabolismo, aumento de las necesidades nutricionales, malabsorción intestinal, diarrea persistente, reducción en la ingesta calórico-proteica secundaria a la ansiedad o a la depresión, etc.

Por ello, es fundamental vigilar el peso de estos individuos, valorar el estado nutricional y conocer perfectamente las características de los cambios de la composición corporal para actuar lo más precozmente posible evitando problemas más graves, ya que las pérdidas rápidas mayores o iguales al 54% de la masa celular corporal, o las pérdidas de peso corporal iguales o superiores al 66%, pueden conducir a la muerte de estos individuos (36).

La caquexia en los afectados por VIH, no es solo un problema de desnutrición proteico-calórica, también implica una alteración de la CC con una pérdida específica de masa celular corporal. Por tanto, el análisis de la CC es un aspecto básico dentro del estudio integral de las personas afectadas de trastornos nutricionales, formando parte indisoluble de la valoración clínica completa, acompañada de las valoraciones antropométricas que nos permiten monitorear y evaluar los cambios en el estado nutricional, de índices antropométricos que son herramientas útiles para el seguimiento y evaluación de las alteraciones fisiopatológicas entre los individuos infectados por VIH y los que padecen SIDA, y la evaluación clínica y pruebas bioquímicas (37). El análisis de bioimpedancia eléctrica como técnica para evaluar la CC puede ser el método ideal para la evaluación longitudinal de los cambios que ocurren en la CC de los individuos que padecen SIDA, ya que, en algunos estudios, se ha demostrado que no hay diferencias significativas de los parámetros bioeléctricos y de CC, entre portadores asintomáticos y los casos SIDA.

## **1.2. Modelos de Composición Corporal**

Nuestro cuerpo está constituido por múltiples sustancias (agua, grasa, hueso, músculo, etc.) siendo el agua el componente mayoritario, representando del 50-65% del peso del cuerpo. Se encuentra en su mayor parte en los tejidos metabólicamente activos, su cantidad depende de la CC y muestra cambios con la edad, y un dimorfismo sexual acentuado (38, 39). A parte del agua, otros dos componentes fundamentales de nuestro cuerpo son, el tejido magro o masa libre de grasa (MLG) y el compartimento graso o masa grasa (MG), tejido adiposo o grasa de almacenamiento. En el primero, quedan incluidos todos los componentes funcionales del organismo implicado en los procesos metabólicamente activos, huesos, músculos, agua extracelular, tejido nervioso y todas las demás células que no son adipocitos o células grasas. El segundo, que está formado por adipocitos, además de ser la reserva de lípidos, es un órgano endocrino que produce gran variedad de hormonas y citoquinas que regulan el metabolismo (40). En el año 2008, Fernyhough *et al.*, (41) revelaron que el tejido adiposo además podía ser una fuente importante de células madre adultas.

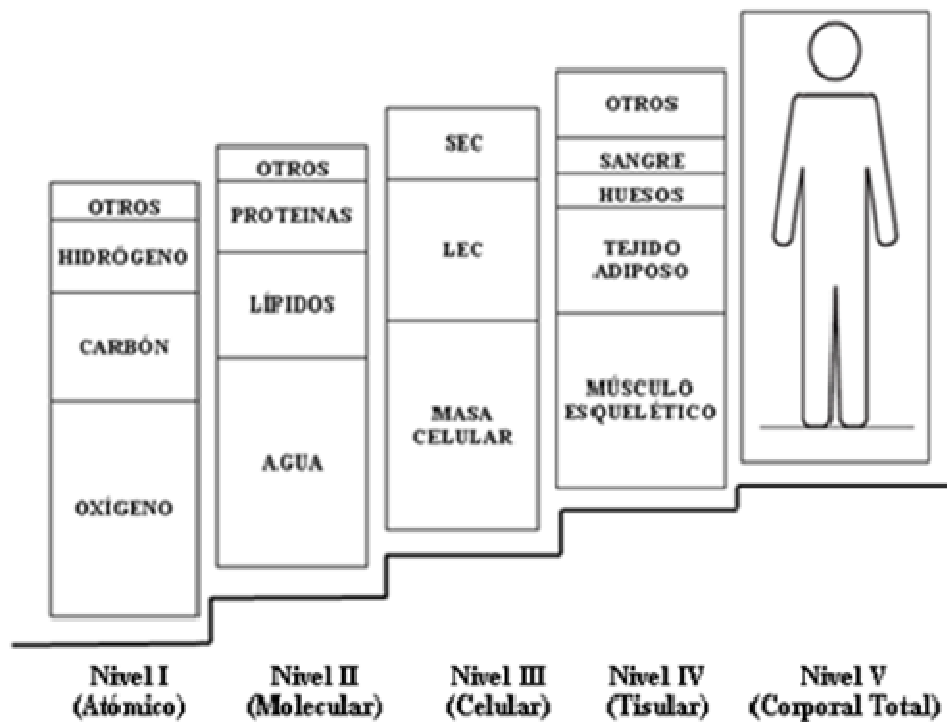
Cabe precisar que grasa y tejido adiposo son términos semánticamente distintos, ya que, es importante recordar que, con la edad, el contenido de "grasa" del "tejido adiposo" puede variar. Por ejemplo, el contenido de grasa del tejido adiposo es del 66% en los recién nacidos y aumenta gradualmente hasta la edad adulta, siendo del 80% a partir de los 13 años de edad (42).

También hay que considerar que la masa de tejido adiposo es el elemento más variable de la CC, de tal manera que la variabilidad entre individuos puede oscilar desde alrededor del 6% hasta más del 60% del peso corporal total, y la variabilidad en el mismo individuo, puede ser igualmente considerable a lo largo de su ciclo vital, si pasa por fases sucesivas de obesidad y delgadez (39).

En términos generales, la MLG es mayor en hombres y aumenta progresivamente con la edad hasta los 20 años, disminuyendo posteriormente en el adulto. El contenido de grasa, por el contrario, aumenta con la edad y es mayor en las mujeres. Una vez alcanzada la adolescencia las mujeres adquieren mayor cantidad de grasa corporal que los hombres y esta diferencia se mantiene en el adulto, de forma que, en promedio y para individuos jóvenes normonutridos, se considera que la mujer tiene aproximadamente un 20-25% de grasa, mientras que, en el hombre, este componente sólo supone un 15% o incluso menos. También existe una clara diferencia en la distribución de la grasa, los hombres tienden a depositarla en las zonas centrales del organismo, en el abdomen y en la espalda, mientras que en las mujeres se encuentra preferentemente en zonas periféricas, en caderas y en muslos (38).

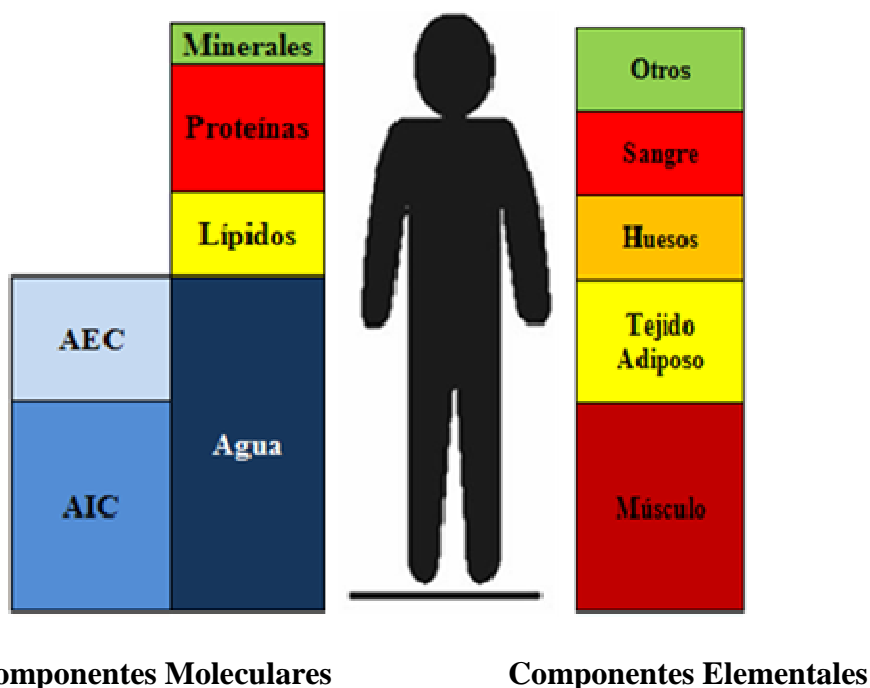
Los componentes del organismo, se organizan jerárquicamente según su complejidad en cinco niveles, que van del atómico al corporal y que se ilustran en la (Fig. 1) siguiendo la propuesta de Wang *et al.*, (43). Según el mismo autor, los cambios en los compartimentos superiores siempre están precedidos de modificaciones en los elementos situados por debajo de ellos.

El esquema de Vernaglione *et al.*, (44) (Fig. 2), integra esta propuesta con los modelos químico (nivel II) y elemental (nivel I) de Heymsfield *et al.*, (45). Las características de cada uno de los cinco niveles se detallan seguidamente.



**Fig. 1.** Los cinco niveles para evaluar la CC. Tomado de Wang *et al.*, (43).

SEC: Sólidos extracelulares; LEC: Líquidos extracelulares.



**Fig. 2.** Componentes de la CC que integra el modelo de cinco niveles de Wang *et al.*, (43), con los modelos químico (nivel II) y elemental (nivel I) de Heymsfield *et al.*, (45), Tomado de Vernaglione *et al.*, (44).

**I. Atómico.** Consiste en once elementos que conforman el 98-99% del peso corporal del ser humano. Los principales elementos constituyentes son carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y calcio (Tabla 1), y donde el peso de un individuo puede reconstruirse mediante la suma de los pesos de los once elementos. Las mediciones a este nivel pueden ser realizadas a través de la activación de neutrones de acuerdo a la ecuación 1 (44, 46).

#### **Ecuación 1:**

$$\text{Peso corporal (kg)} = \text{O} + \text{C} + \text{H} + \text{N} + \text{Ca} + \text{P} + \text{K} + \text{S} + \text{Na} + \text{Cl} + \text{Mg}$$

	%
Hidrógeno	10
Oxígeno	61
Carbono	23
Nitrógeno	2,6
Calcio	1,4
Fósforo	< 1
Potasio	< 1
Sodio	< 1
Cloro	< 1
Otros	2

**Tabla 1.** Composición atómica del cuerpo (%), muestra todos los componentes atómicos del cuerpo como porcentaje total, entendiéndose los datos para un sujeto normal de un peso de 70 kg (44).

**II. Molecular.** Más de 100.000 moléculas químicas pueden identificarse en el cuerpo humano, desde simples a muy complejas, siendo los componentes principales el agua, los lípidos, el glucógeno y las proteínas. El agua representa el 60% del peso en el varón y el 50% del peso en la mujer, de los cuales el 26% es extracelular (AEC) y el 34% es intracelular (AIC), las proteínas representan el 15% de la CC, los minerales comprenden el 5% de la CC, el glucógeno es el almacén principal de hidratos de carbono y se encuentra en el citoplasma de la célula, la distribución principal es el músculo esquelético y el hígado que contienen 1% y 2,2% de su respectivo peso, y los lípidos, el 2-3% son lípidos estructurales esenciales, y el resto son reservas de grasa (46).



Las mediciones a este nivel pueden ser realizadas a través de peso hidrostático, pletismografía por desplazamiento de aire, antropometría, potasio corporal total y agua corporal total (ACT), con isótopos radioactivos. El peso corporal del individuo puede reconstruirse mediante la suma de los pesos de los componentes estimados, ecuación 2, (46).

**Ecuación 2:**

$$\text{Peso corporal (kg)} = \text{Agua} + \text{Lípidos} + \text{Proteínas} + \text{Glucógeno} + \text{Minerales}$$

**III. Celular.** Consiste en tres componentes, líquidos extracelulares, sólidos extracelulares y células (agua intracelular y sólidos intracelulares). A pesar de que las células del organismo tienen muchas propiedades en común, hay grandes variaciones en tamaño, forma, composición, metabolismo y distribución; tienen funciones específicas como soporte, conducción eléctrica y contracción, y debido a estas diferencias, las células pueden clasificarse en: conectivas, epiteliales, nerviosas y musculares.

El líquido extracelular es el fluido que rodea a las células y provee el medio para intercambio de gases, transferencia de nutrientes y excreción de productos metabólicos. Este líquido es 94% agua y se distribuye en dos compartimentos: plasma en el espacio intravascular y el líquido intersticial en el espacio extravascular. El plasma y líquido intersticial son el 5% y 20% del peso corporal total. Los sólidos extracelulares son los componentes orgánicos e inorgánicos.

Los sólidos extracelulares orgánicos, incluyen tres tipos de fibras: colágeno, reticulares y elásticas; y los sólidos extracelulares inorgánicos, representan el 65% de la masa ósea, el calcio, el fósforo y el oxígeno del hueso.

El peso corporal del individuo puede reconstruirse mediante la suma de los pesos de los compartimentos estimados según la ecuación 3 (46).

**Ecuación 3:**

$$\text{Peso corporal (kg)} = \text{Células} + \text{Líquidos extracelulares} + \text{Sólidos extracelulares}$$

**IV. Tisular.** El peso corporal total en este nivel representa la suma de los tejidos adiposo, muscular, conectivo, esquelético, nervioso y epitelial. Las mediciones pueden realizarse a partir de resonancia magnética, tomografía axial computerizada (TAC), ultrasonido y antropometría. El peso corporal del individuo puede reconstruirse mediante la suma de los pesos de los componentes estimados (46).

**Ecuación 4:**

$$\text{Peso corporal (kg)} = \text{Tejido Adiposo} + \text{Tejido Muscular} + \text{Tejido Conectivo} + \text{Tejido Esquelético} + \text{Tejido Nervioso} + \text{Tejido Epitelial}$$

**V. Corporal total.** Todo el cuerpo representa la perspectiva analítica final sobre la CC. En este contexto, focalizando en los tipos de fraccionamiento de la CC, podemos referir distintos modelos de acuerdo al número de compartimentos en que se divide el peso corporal total. El más sencillo sería el denominado bicompartimental, (ecuación 5), que fracciona el peso o masa corporal total (MCT) en MG y MLG. El tetracompartimental considera 4 componentes, (ecuación 6), y el pentacompartimental llega hasta los cinco componentes corporales, (ecuación 7).

**Ecuación 5:**

$$MT = MG + MLG$$

**Ecuación 6:**

$$MT = MG + \text{Masa Muscular} + \text{Masa Ósea} + \text{Masa Residual}$$

**Ecuación 7:**

$$MT = MG + \text{Masa Muscular} + \text{Masa Ósea} + \text{Masa Residual} + \text{Masa de la Piel}$$

Los primeros estudios que permitieron valorar la CC bajo esta perspectiva, datan de los años 20 del pasado siglo, siendo precursores entre otros, Matiegka *et al.*, (47), Behnke *et al.*, (48) o Keys y Brožek (49), autores que desarrollaron expresiones que permitían conocer la densidad corporal a partir de los fundamentos del principio de Arquímedes y publicaron las primeras ecuaciones antropométricas para la estimación de la CC.

En la Tesis Doctoral de Callejo Gea (50), se hace un repaso pormenorizado de las contribuciones de distintos autores al progreso de esta metodología. En el artículo de García Avendaño y Alayón (51) se validan y muestran los métodos y expresiones que permiten obtener los modelos que llegan hasta el fraccionamiento de cinco componentes. Cabe añadir, que hasta el momento se han publicado numerosas fórmulas para el cálculo de la CC en poblaciones específicas y en particular para deportistas. Dichas expresiones matemáticas de predicción fueron obtenidas a partir de muestras concretas y deben aplicarse, en la medida de lo posible, en individuos pertenecientes al mismo grupo poblacional. En este sentido, es fundamental reseñar el artículo de consenso publicado por Alvero Cruz *et al.*, (52) donde pueden encontrarse ecuaciones destinadas a niños, adolescentes, adultos en distintos rangos de edad, obesos o deportistas de alto nivel, entre otros. De igual manera, en la reciente publicación de Guillén Rivas *et al.*, (53) se describen las principales ecuaciones, basadas en antropometría, que son de utilidad para el cálculo de la CC en atletas de competición.

Aunque para el estudio del rendimiento deportivo, habitualmente se recurre a modelos de CC de cuatro o cinco componentes, en el ámbito de la evaluación nutricional, el modelo bicompartimental resulta ya bastante informativo. Este nivel de organización, permite integrar y comprender los desórdenes producidos por la obesidad, que puede expresarse como un incremento de tamaño del compartimento graso, o por la desnutrición, que puede afectar negativamente los compartimentos graso, muscular y visceral.

### **1.3. Métodos y Técnicas de medida de la Composición Corporal**

El análisis de la CC puede incluir mediciones directas o indirectas de agua corporal total, grasa corporal, masa libre de grasa, masa ósea y a veces, de la distribución de la grasa entre los compartimentos viscerales o subcutáneos. La elección del método depende de cuál de estos compartimentos es de interés, del propósito de la investigación y del grado de precisión que se requiera.

En la tabla 2, se representan los métodos directos más utilizados para la determinación de la composición corporal, subdividido de acuerdo a la facilidad de la determinación, el coste, la precisión, el uso de la radiación y la utilidad para valorar la grasa regional (46).

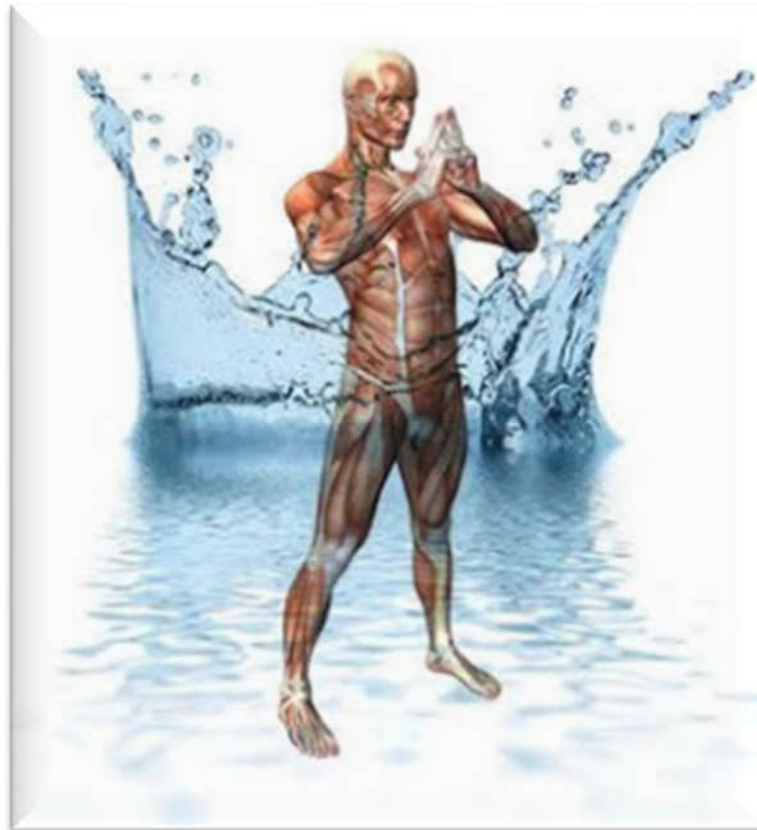
	<b>Coste</b>	<b>Fácil de usar</b>	<b>Precisión</b>	<b>Puede medir la grasa regional</b>	<b>Radiación externa</b>
<b>Hidrosimetría</b>	Barato	Fácil	Alta	No	
<b>Pletismografía</b>	Caro	Fácil	Alta	No	
<b>DEXA</b>	Moderado	Fácil	Alta	Si	Rastro
<b>Dilución isótopo</b>	Barato	Moderado	Alta	No	
<b>BIA</b>	Barato	Fácil	Alta	Si	
<b>K40</b>	Caro	Difícil	Alta	No	
<b>Escaner CT</b>	Caro	Difícil	Alta	Si	Moderado
<b>Escaner MRI</b>	Caro	Difícil	Alta	Si	
<b>Activación de neutrones</b>	Caro	Difícil	Alta	No	Alta
<b>Ultrasonido</b>	Barato	Moderado	Moderada	Si	

**Tabla 2.** Métodos instrumentales para evaluar la composición corporal (44).

Entre los métodos indirectos encontramos la antropometría, impedancia eléctrica e interactancia de infrarrojos, utilizados en la presente investigación. Todos ellos son métodos analíticos que se basan en diferentes fundamentos. Los métodos antropométricos se basan principalmente en la medición de los pliegues de grasa subcutánea, el análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA), se basa en la resistencia de los componentes del cuerpo al paso de una corriente eléctrica considerando que la impedancia es baja en los tejidos magros, que se componen principalmente de fluidos y electrolitos intracelulares, mientras que es alta en el tejido graso, y es proporcional al agua corporal total (ACT). Por otra parte, la interactancia de infrarrojos (Near infrared Interactance, NIR), es un método de análisis de la composición corporal que parte de la cantidad de luz de una determinada longitud de onda (cercana al infrarrojo) que absorben los diferentes tejidos del cuerpo. Esta técnica comenzó a desarrollarse en el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, para investigación en la industria alimentaria midiendo el componente orgánico de los alimentos usando distintas longitudes de onda, más adelante el mismo departamento comenzó a probar la técnica en humanos publicándose en 1984 el primer estudio de CC por infrarrojos a cargo de Conway y su equipo (54).

Como cada método de los descritos parte de unos fundamentos teóricos distintos, es necesario conocer el nivel de cercanía entre una y otra técnica. En este ámbito, dos trabajos previos han comparado las metodologías analíticas de CC.

La Tesis Doctoral de Callejo Gea (50), estimó la concordancia entre diversas ecuaciones antropométricas, así como entre dichas fórmulas y las técnicas de bioimpedancia y excreción de creatinina en estudiantes universitarios españoles entre los 18 y 25 años. En un intervalo de edad semejante (18 a 29 años), la Tesis Doctoral de Santos-Beneit (55), hace especial énfasis en la relación entre la antropometría y la BIA con el método de interactancia por infrarrojos. Los resultados de dichas investigaciones previas pusieron de relieve que el método antropométrico, particularmente, con las ecuaciones de densidad y porcentaje de grasa de Durnin y Womersley (56) y Siri (57) ofrecen resultados que muestran gran similitud con reseñados por la literatura científica obtenidos a partir de disecciones. Ello apoya fuertemente su empleo como método de referencia y que muestra una buena concordancia con el BIA tetrapolar, si bien este último procedimiento, presenta cierta subjetividad al requerir la mayoría de los dispositivos que se introduzcan datos cualitativos de actividad física. Por otra parte, como indica Santos-Beneit, el uso de la interactancia infrarroja tiende a sobreestimar el contenido adiposo en los individuos normonutridos o delgados respecto al IMC, al menos en adultos jóvenes.



## ***2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO -***

---





## **2. Justificación del estudio**

El IMC es el indicador antropométrico habitual para el diagnóstico de la condición nutricional. De hecho, existen puntos de corte para identificar los distintos estatus que van de la emaciación hasta la obesidad mórbida y que han sido recomendados por la OMS (11) o, en el caso de España, por la *Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad* (SEEDO) (58, 59). En nuestro país, también contamos con normas de referencia para esta variable, que pueden aplicarse a lo largo de la ontogenia, desde el nacimiento hasta la edad adulta (60). Sin embargo, el IMC presenta algunas limitaciones ya que no permite distinguir si el exceso o defecto de peso con relación a la estatura se debe al tejido graso o al músculo esquelético, aspecto que tiene distinta lectura desde el punto de vista de la salud (61, 62) para el que resulta mucho más informativa la CC.

Las publicaciones derivadas de las Encuestas de Salud Norteamericanas (*National Health and Nutrition Examination Survey*, NHANES I) ofrecen valores normativos para algunos parámetros relacionados con la composición corporal en adultos (entre 18 y 75 años), en concreto para el porcentaje de grasa corporal (% GC) y para las áreas total, muscular y grasa del brazo (63). Dichos estándares, fueron confeccionados a partir de población estadounidense y se refieren separadamente para “blancos” y “negros”.

Por lo que respecta a la población española, se han publicado referencias para adiposidad relativa obtenidas por antropometría, aplicables sólo en edad pediátrica y juvenil (64), pero no se dispone de valores normativos para adultos ni se conoce su grado de asociación con el IMC en las distintas etapas ontogénicas que se suceden desde la juventud a la senescencia. Los puntos de corte de % GC recomendados por la SEEDO en el año 2007 (59), definen como sujetos obesos los varones que presentan porcentajes de adiposidad relativa por encima del 20% y las mujeres que superan el 30%, considerándose como franja límite entre el 12 y el 20% en el sexo masculino y entre el 20 y el 30% en el sexo femenino. Tal criterio está tomado de la publicación de Bray *et al.*, en el año 1998 (65), quienes a su vez se basan en un artículo de revisión de Lohman del año 1981 (66), sobre diferentes estudios antropométricos efectuados en diferentes muestras tomadas por distintos investigadores que no siguieron una misma metodología.

Por lo que respecta al método de BIA, se cuenta con patrones publicados por Chumlea *et al.*, en el año 2002 (67), con valores percentilares para sujetos de 12 a 90 años, a partir de los datos recopilados en el *Tercer Estudio Nacional de Salud y Nutrición de Estados Unidos* (NHANES III), que se llevó a cabo entre 1988 y 1994. Dicho estudio, podría considerarse como referencia, aunque se trata nuevamente de población norteamericana, cuya composición étnica es diferente a la nuestra; además los analizadores BIA utilizados hace 20 años fueron aparatos cuyos resultados pueden ofrecer una escasa concordancia con los disponibles hoy en día.

En consecuencia, con todo lo expuesto en los anteriores párrafos, se pone de manifiesto la conveniencia de actualizar y elaborar unos valores de referencia para la CC en población adulta española obtenidos por distintos procedimientos habitualmente utilizados en la clínica o en los estudios epidemiológicos.





### ***3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS -***

---



### **3. Hipótesis y objetivos**

El análisis de la CC es un procedimiento fundamental en la valoración del estado nutricional a lo largo de toda la ontogenia. Pero la estimación de la adiposidad total o relativa y, por ende, del componente musculo-esquelético puede presentar un cierto grado de variabilidad en función del método y dispositivo utilizado. Incluso factores como el sexo o la edad pueden contribuir a dicha variación y condicionar el nivel de acuerdo entre los resultados generados por las diferentes técnicas analíticas. Teniendo en cuenta esta idea y en función de los antecedentes comentados en la introducción, los objetivos del presente trabajo son los que a continuación se relacionan:

1. Aportar valores de referencia por sexo y edad, para diversos parámetros de CC (adiposidad relativa, masa libre de grasa, grado de hidratación, indicadores de distribución de la grasa), elaborados a partir de población adulta española, y obtenidos mediante antropometría, BIA e interactancia de infrarrojos.

2. Valorar el nivel de acuerdo entre los resultados de CC generados por las diferentes metodologías y aparatos empleados.

3. Construir y validar nuevas ecuaciones de predicción del % GC, partiendo de medidas antropométricas sencillas como el peso y la relación entre el perímetro de la cintura a nivel umbilical (PCu) y la estatura, o índice cintura-talla (ICT).







## ***4. MATERIAL Y MÉTODOS -***

---



## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 Diseño del estudio y consideraciones éticas**

Este estudio se ha llevado a cabo en el marco de colaboración suscrito entre la Unidad de Investigación en Enfermería del Hospital General Universitario Gregorio Marañón (HGUGM) y el Grupo de Investigación Acreditado EPINUT-UCM (ref. 920325) adscrito a la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense. Una vez aprobado el Proyecto Investigación presentado, el HGUGM facilitó la toma de datos cediendo las instalaciones y difundiendo el mismo entre los trabajadores. Se ha diseñado un estudio transversal donde cada individuo perteneciente a la muestra, ha sido sometido a tres valoraciones distintas de CC, mediante antropometría, bioimpedancia (BIA) tetrapolar, e interactancia de infrarrojos (NIR).

En dicho estudio, tras caracterizar socio-demográficamente la muestra, se ha establecido la asociación entre el IMC y el % GC y se ha calculado la concordancia entre los resultados obtenidos para las variables indicativas de la composición corporal mediante antropometría, BIA y NIR, utilizando el coeficiente de correlación intraclase (CCI). Las referencias se han construido separando la muestra en función del sexo y estableciendo grupos de edad con intervalos de 10 años. Han sido elaboradas para las distintas variables de tamaño, proporcionalidad y CC contempladas, ofreciendo resultados para la media aritmética y la desviación estándar, valorando las diferencias sexuales y ontogénicas.

Se ha evaluado la utilidad diagnóstica de diferentes medidas antropométricas directas e índices en la identificación de la sobrecarga ponderal y se han diseñado ecuaciones predictivas del % GC partiendo de dimensiones antropométricas sencillas.

Los procedimientos utilizados para la realización del presente estudio han seguido los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos dictadas por la Asociación Médica Internacional. Todos los individuos participantes fueron informados detalladamente de la investigación y firmaron el correspondiente consentimiento informado (Anexo 1) de acuerdo a la normativa de Helsinki (68) y la legislación vigente sobre protección de datos de carácter personal.

Esta tesis obtuvo un dictamen favorable del Comité Ético de Investigación Clínica del HGUGM de la Comunidad de Madrid (Anexo 2).

#### **4.2. Descripción de la muestra**

La muestra está formada por 579 individuos sanos de ambos sexos, 430 mujeres y 149 varones, con edades comprendidas entre los 20 y 65 años de edad.

Los datos se obtuvieron entre los años 2011 y 2013, y fueron tomados al alumnado de la Licenciatura en Biología en las Universidades Complutense (UCM) y Autónoma (UAM) de Madrid, al personal sanitario facultativo y no facultativo del HGUGM, a personas voluntarias y anónimas participantes en las Semanas de la Salud organizadas por la Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA) en diferentes pueblos y ciudades de la Comunidad de Madrid, a trabajadores del Real Jardín

Botánico (RJB) y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Madrid, todos ellos originarios de España en sus diferentes regiones.

### **Criterios de Selección**

Fueron criterios de inclusión:

- Sujetos sanos de ambos sexos mayores de edad que otorgan el consentimiento informado escrito.

Se consideraron criterios de exclusión:

- Sujetos con presencia de prótesis o implantes metálicos.
- Ingesta abundante de agua o alimentos previa a análisis (al menos 2 horas antes de la medición).
- Ingesta de alcohol o café previa al análisis (8 horas antes de la medición).
- Actividad física intensa previa al análisis (24 horas).
- Síndrome premenstrual (por la posible retención de líquidos que alterara la BIA), posibilidad de embarazo y la lactancia.
- Imposibilidad de vaciar la vejiga antes de someterse a BIA.
- Implante de marcapasos.
- Ingesta de medicamentos tipo diuréticos, corticoides, etc..., que pudieran alterar la composición corporal (al menos 7 días antes de la prueba) (69).

## **Aspectos socioeconómicos y demográficos**

Todos los sujetos que aceptaron participar, contestaron un cuestionario de datos demográficos tales como la fecha y lugar de nacimiento, los lugares de nacimiento de padres y abuelos, número de hermanos y la profesión desempeñada (Anexo 3). Tal información fue tomada en cuenta para la mejor caracterización de la muestra.

## **Hábitos alimentarios**

Para conocer la dieta de la población del estudio, se recopiló información relativa a la calidad y diversidad de ésta de acuerdo a un sencillo cuestionario KIDMED (55, 70), desarrollado a partir de un trabajo a nivel nacional sobre alimentación, forma física y estado nutricional de niños y adolescentes, pero que pudo aplicarse a la población adulta, y podía cumplimentarse en un tiempo muy breve.

Este cuestionario consta de 16 preguntas sobre los hábitos alimentarios y la frecuencia de la ingesta de determinados grupos de alimentos. Las respuestas afirmativas de las 16 preguntas puntúan en positivo o negativo, (Tabla 3), y según el resultado, se puede clasificar la dieta en óptima, (cuando el resultado de la suma es mayor o igual a 8), mejorable (si el resultado está entre 4 y 7, ambos incluidos), o mala (si el resultado es menor o igual a 3), tomando como referente la dieta saludable, la dieta mediterránea. El cuestionario que se utilizó en la toma de datos, se presenta en el Anexo 3.

Tomas fruta o zumo cada día	+1
Tomas una segunda fruta cada día	+1
Tomas verduras frescas (ensalada) cocinada una vez al día	+1
Tomas verduras frescas (ensalada) cocinada más de una vez al día	+1
Tomas pescado con regularidad (al menos 2-3 veces a la semana)	+1
Vas una vez o más a la semana a un centro de comida rápida (hamburguesería)	-1
Tomas más de una vez a la semana legumbres (lentejas, garbanzos...)	+1
Tomas pasta o arroz casi a diario (5 o más veces por semana)	+1
Desayunas cereales o pan	+1
Tomas frutos secos habitualmente (al menos 2-3 veces a la semana)	+1
Empleáis aceite de oliva en casa	+1
A veces, o siempre, te saltas el desayuno	-1
Desayunas un lácteo (leche, yogur,...)	+1
Desayunas bollería industrial (galletas, magdalenas,...)	-1
Tomas dos yogures y/o un trozo de queso cada día	+1
Tomas varias veces al día dulces o golosinas	-1

**Tabla 3.** Cuestionario para evaluar la calidad de la dieta (70).

### **Actividad Física**

La realización de ejercicio físico se encuentra dentro de los hábitos de vida, siendo la educación nutricional y el fomento de la actividad física, claves para solucionar un problema de una envergadura tal, como la morbilidad asociada al sobrepeso y la obesidad (71). El sedentarismo es un factor de riesgo para la enfermedad crónica que se asocia de manera considerable con el aumento de riesgo de la obesidad y la mortalidad (72).



Por ello, diversas entidades sanitarias y sociedades científicas recomiendan que los adultos deberían realizar al menos 30 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada, preferentemente todos los días de la semana (59), (315-420 min/semana) como acción preventiva para evitar que las personas con sobrepeso puedan evolucionar hacia la obesidad, y dedicar de 60 a 90 minutos diarios (420-630 min/semana) a la realización de actividad física de intensidad moderada, para evitar la recuperación del peso perdido (73).

En este contexto, se ha calculado el nivel de actividad física de la muestra, a partir de la información de una escala sencilla, construyendo un índice sintético, que permite valorar la intensidad, frecuencia y duración de la actividad física que cada individuo realiza normalmente y que incorpora el sistema de interactancia de infrarrojos, (Anexo 4), (Tabla 4). Así, a partir de la combinación de estos tres parámetros (Tablas 5 y 6), se han establecido tres categorías de actividad (baja, media y alta) con el objetivo de simplificar los análisis en los que intervenga esta variable (55).

Frecuencia	5 - Todos o casi todos los días (6-7 veces a la semana)
	4 - De 3 a 5 veces a la semana
	3 - De 1 a 2 veces a la semana
	2 - Pocas veces al mes
	1 - Nunca
Intensidad	5 - Actividad fuerte: correr, natación, ciclismo.
	4 - Moderadamente fuerte: tenis, squash.
	3 - Moderada: ciclismo suave, aerobio suave.
	2 - Ligeramente moderada: caminar rápido, voleibol.
	1 - Ligera: caminar, golf.
Tiempo	4- Más de 30 minutos.
	3 - De 20 a 30 minutos.
	2 - De 10 a 20 minutos.
	1 - Menos de 10 minutos.

**Tabla 4.** Niveles de frecuencia, duración e intensidad del ejercicio físico habitual (FUTREX® 5000) (Anexo 4).

Actividad Física Baja				
111	211	312	412	511
112	212	314	413	522
113	213	321	432	
114	214	322	433	
122	221			
124	222			
	223			
	224			
	231			
	234			
	244			
	253			

**Tabla 5.** Códigos correspondientes a actividad física baja.

Actividad Física Media			Actividad Física Alta
323	414	513	543
324	423	514	544
333	424	523	553
334	434	524	554
353	444	534	
354	453	552	
	454		

**Tabla 6.** Códigos correspondientes a actividad física media y alta.

#### **4.3. Métodos de análisis de la composición corporal**

La composición corporal de un organismo refleja la acumulación de nutrientes a lo largo de la vida (43), y debido al problema que la obesidad está presentando en el mundo, es importante medir la grasa corporal ya que su cantidad y localización pueden tener efectos adversos en la salud. Para realizar el análisis de composición corporal de esta tesis se utilizó el modelo bicompartimental que divide el cuerpo humano para su estudio en masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG), empleándose tres métodos doblemente indirectos: antropometría, BIA tetrapolar e interactancia de infrarrojos.

En la plantilla que recoge el anexo 5, se tomó nota de las medidas antropométricas obtenidas en la muestra; dichas medidas fueron tomadas en laboratorios y salas habilitadas para la realización de las mediciones, en las Facultades de Biología de la UCM y UAM, en el HGUGM, en el RJB y en el CSIC.

## **Antropometría**

### **Normativa y aparatos**

La metodología seguida fue la descrita en la Normativa de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (74) y en el Programa Internacional de Biología (75).

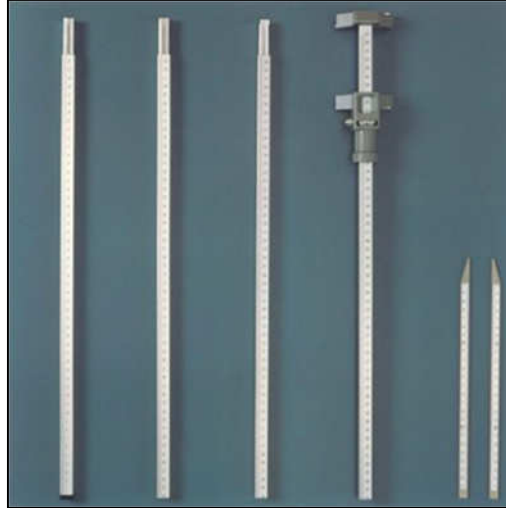
El material utilizado, fue material antropométrico preciso y homologado, ligero y de fácil manejo, compuesto por los siguientes instrumentos:

- Adipómetro modelo Holtain de 0,2 mm de precisión cuya pinza ejerce una presión constante de  $10\text{g/mm}^2$ , para medir los pliegues de grasa subcutánea (Fig.3).



**Figura 3.** Adipómetro.

- Antropómetro desmontable marca GPM de 0,1 cm de precisión, para medir la estatura en cm (Fig.4).



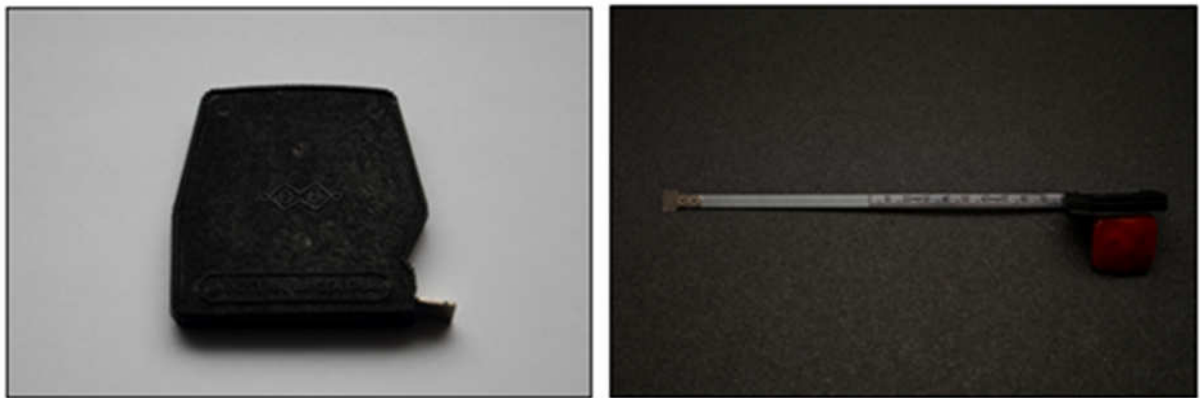
**Figura 4.** Antropómetro desmontable.

- Báscula marca TANITA®, con un sistema de fijación del mecanismo para evitar desajustes en el transporte y con una precisión de 100 g (Fig.5).



**Figura 5.** Báscula TANITA®.

- Cinta métrica flexible no elástica, metálica, estrecha, de 1mm de precisión, y con un sistema de recogida y extensión de la cinta que mantiene una tensión constante, para medir perímetros y eventualmente, para localizar la mitad entre dos puntos anatómicos determinados (Fig.6).



**Figura 6.** Cinta métrica.

### **Medidas Directas**

Las medidas directas que se tomaron fueron: la estatura (expresada en cm), el peso (expresado en Kg), los perímetros de la cintura y cadera (expresados en cm) y los pliegues grasos del bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco (expresados en mm). Estas dimensiones corporales se tomaron de la siguiente manera:

Estatura (expresada en cm): Es la distancia entre el vértex (punto más elevado del cráneo) y el plano del suelo. Para hacer la medición, se dispuso al sujeto descalzo, con las piernas juntas, la espalda recta, cuidando que la cabeza estuviera colocada según el plano de Frankfort (formando una línea imaginaria entre el orificio auricular y el borde inferior de la órbita que es paralela al suelo y es perpendicular al eje longitudinal del cuerpo).

Peso (expresado en Kg): para su determinación, se colocó a la persona descalza, y con ropa ligera, sobre la plataforma de la báscula, en posición central y simétrica, sin apoyarse en la pared o cualquier otro objeto.

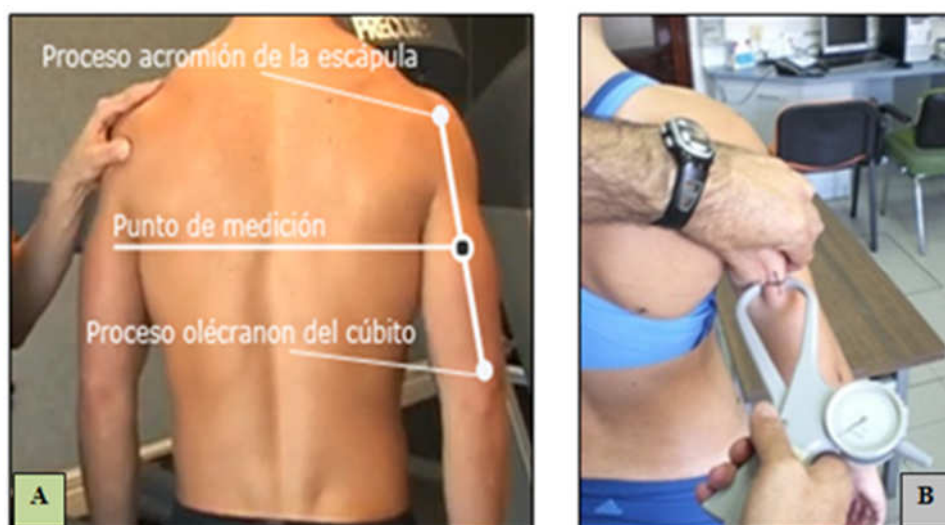
Perímetros o circunferencias (expresados en cm): se midieron rodeando el contorno de la cintura y cadera respectivamente, vigilando que la cinta métrica en la parte posterior del cuerpo, se encontrase horizontal y no hiciera presión sobre la piel.

- Perímetros de cintura: mínimo (PCm), entre el borde del costal inferior y la cresta ilíaca, en la zona más estrecha, y a nivel umbilical (PCu).
- Perímetro de la cadera (PCd): se evalúa de costado y se coloca la cinta métrica en la zona glútea a nivel de los trocánteres mayores, correspondiendo el perímetro medido al punto de máxima protuberancia de los glúteos.

Pliegues de grasa subcutánea (expresados en mm): la medida de los pliegues se llevó a cabo cogiendo la piel y el tejido subcutáneo adyacente con los dedos pulgar e índice de manera que el tejido muscular quedara excluido y estuviera lo suficientemente separado del cuerpo como para que la pinza del adipómetro pudiera abarcar el pliegue.

Sin soltar el pliegue, se aplicó el adipómetro con la otra mano tomando la medida rápidamente para que la grasa subcutánea no se desplazara debido a la presión ejercida por las pinzas.

- Pliegue tricipital: se toma en la parte posterior del brazo a nivel mesobraquial en el punto medio entre el acromium (borde más externo y superior de la apófisis acromial) y radial (borde superior y lateral de la cabeza del radio). El sujeto debe tener el brazo extendido y relajado, al lado del cuerpo, y el pliegue se toma paralelo al eje longitudinal del brazo (Fig.7).

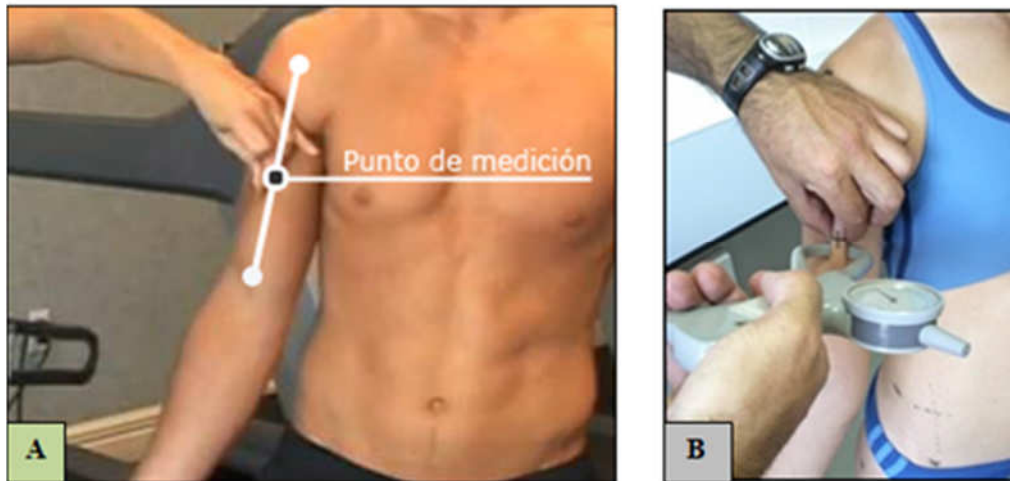


**Figura 7.** (A) Esquema de medida del pliegue tricipital (76).

(B) Imagen cedida por el Grupo EPINUT UCM ref. 920325.



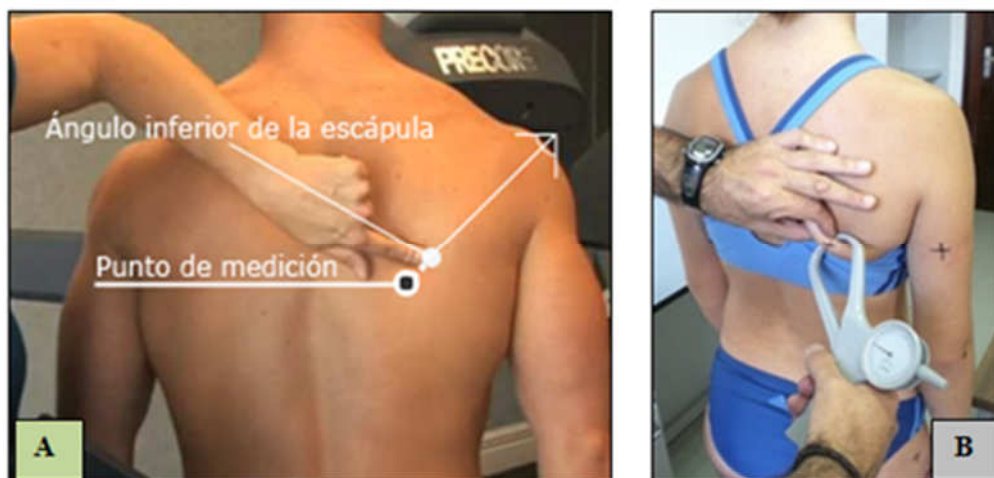
- Pliegue bicipital: se toma con igual técnica, en la parte anterior del brazo a la misma altura que el tricipital (en el punto medio entre el acromium y el radial) e igualmente en la misma dirección que el brazo extendido y relajado (Fig.8).



**Figura 8.** (A) Esquema de medida del pliegue bicipital (76).

(B) Imagen cedida por el Grupo EPINUT UCM ref. 920325.

- Pliegue subescapular: se sigue el mismo método, de modo que el pliegue se separa en el ángulo inferior de la escápula, formando una dirección oblicua, 45° en relación a la columna vertebral (Fig.9).



**Figura 9.** (A) Esquema de medida del pliegue subescapular (76).

(B) Imagen cedida por el Grupo EPINUT UCM ref. 920325.

- Pliegue suprailíaco: se localiza inmediatamente por encima de la espina ilíaca, procurando que tenga una orientación diagonal siendo la técnica de medida idéntica a la de los anteriores pliegues (1, 55) (Fig.10).



**Figura 10.** (A) Esquema de medida del pliegue suprailíaco (76).

(B) Imagen cedida por el Grupo EPINUT UCM ref. 920325.

## Dimensiones derivadas

Con las medidas antropométricas primarias, se han calculado diversos índices y medidas derivadas que permiten hacer una valoración del estado nutricional y el riesgo cardiovascular de los individuos.

### A) Densidad corporal:

La densidad corporal se ha calculado mediante las ecuaciones de Durnin y Womersley (56) específicas para sexo y edad, que utilizan dos pliegues grasos subcutáneos (tricipital y subescapular) o cuatro pliegues grasos subcutáneos, (tricipital, bicipital, subescapular y suprailíaco), y son detalladas a continuación:

Ecuaciones para la estimación de la Densidad a partir de dos pliegues subcutáneos:

Entre los 20 y 29 años:

$$\text{Densidad} = 1,1582 - 0,0813 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Mujeres}$$

$$\text{Densidad} = 1,1525 - 0,0687 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Varones}$$

Entre los 30 y 39 años:

$$\text{Densidad} = 1,1356 - 0,0680 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Mujeres}$$

$$\text{Densidad} = 1,1165 - 0,0484 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Varones}$$

Entre los 40 y 49 años:

$$\text{Densidad} = 1,1230 - 0,0635 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Mujeres}$$

$$\text{Densidad} = 1,1519 - 0,0771 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Varones}$$

Más de 50 años:

$$\text{Densidad} = 1,1347 - 0,0742 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Mujeres}$$

$$\text{Densidad} = 1,1527 - 0,0793 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Varones}$$

Ecuaciones para la estimación de la Densidad a partir de cuatro pliegues subcutáneos:

Entre los 20 y 29 años:

$$\text{Densidad} = 1,1599 - 0,0717 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Mujeres}$$

$$\text{Densidad} = 1,1631 - 0,0632 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Varones}$$

Entre los 30 y 39 años:

$$\text{Densidad} = 1,1423 - 0,0632 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Mujeres}$$

$$\text{Densidad} = 1,1422 - 0,0544 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Varones}$$

Entre los 40 y 49 años:

$$\text{Densidad} = 1,1333 - 0,0612 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Mujeres}$$

$$\text{Densidad} = 1,1620 - 0,0700 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Varones}$$

Más de 50 años:

$$\text{Densidad} = 1,1339 - 0,0645 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Mujeres}$$

$$\text{Densidad} = 1,1715 - 0,0779 \times \text{Log} (\sum \text{pliegues}) \text{ Varones}$$

B) Porcentaje de grasa:

El porcentaje de grasa corporal (% GC) se ha calculado utilizando la expresión de Siri, publicada en 1961 (57):

$$\% \text{ GC} = [(4,95 / \text{Densidad}) - 4,5] \times 100$$

C) Masa Grasa:

La masa grasa (MG), es considerada como una variable derivada y se calcula partiendo del % GC y del peso total del individuo de la siguiente manera:

$$\text{MG} = (\text{Peso Total} \times \% \text{ GC}) / 100$$

D) Masa Libre de Grasa o Peso Magro:

La masa libre de grasa (MLG) o peso magro, se calcula por sustracción entre el peso total y la MG:

$$\text{MLG} = \text{Peso Total} - \text{MG}$$

E) Índice de masa corporal (IMC)

Se ha calculado utilizando la expresión para el índice de masa corporal de Quetelet, publicado en 1869 (77):

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / (\text{Estatura})^2 (\text{m})$$

F) Índice Cintura-Cadera (ICC)

Se ha calculado a partir de la expresión propuesta por Seidell y Deerenberg en 1994 (78), que consiste en dividir el PC (cm) entre el PCd (cm):

$$\text{ICC} = \text{PC (cm)} / \text{PCd (cm)}$$

G) Índice Cintura - Talla (ICT)

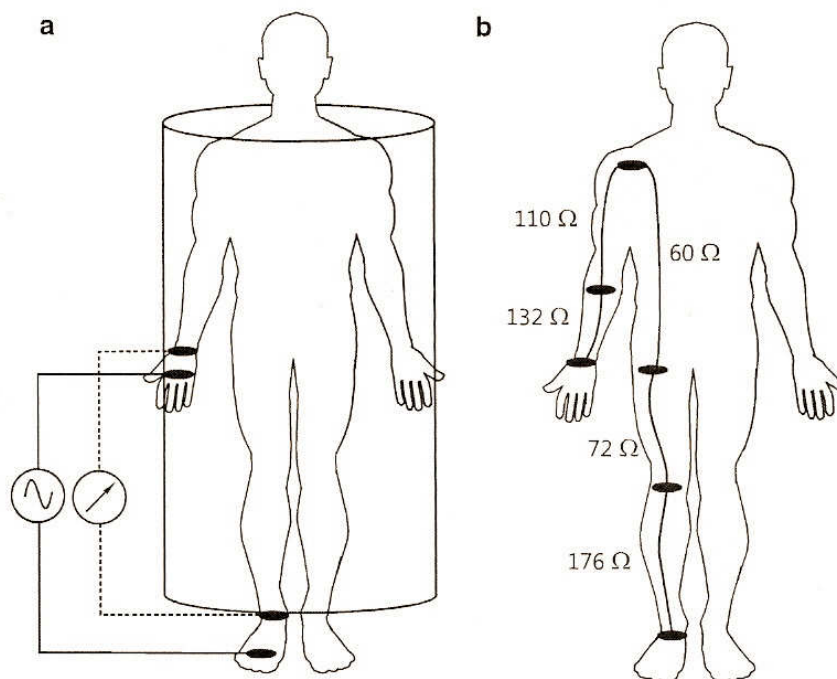
Se ha calculado siguiendo la propuesta estandarizada de Hsieh *et al.*, en 2003 (79), para la identificación del riesgo cardiovascular y obesidad, en sujetos que no serían categorizados con sobrepeso mediante una relación estaturó-ponderal y que consiste en dividir el PCu (cm) entre la talla (cm):

$$\text{ICT} = \text{PCu (cm)} / \text{Talla (cm)}$$

## Bioimpedancia

El análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA), se basa en la relación que hay entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición corporal de los diferentes tejidos y del contenido total de agua en el cuerpo. Es un método simple, económico, fácil de realizar y no invasivo, fundamentado en la resistencia al paso de la corriente eléctrica por los compartimentos corporales y muy útil para realizar análisis de composición corporal.

La configuración de la medición de la BIA, parte del supuesto que el cuerpo humano puede ser modelado como un solo cilindro isotrópico con un área de sección transversal homogénea (Fig.11) (80).



**Figura 11.** (a) Medida de la BIA modelando el cuerpo humano como un solo cilindro.  
(b) Distribución de la resistencia por los segmentos del cuerpo (80).

A los sujetos que fueron evaluados con BIA, se les hicieron recomendaciones basadas en una metodología estricta y estandarizada con el fin de obtener los mejores resultados posibles.

Estas recomendaciones fueron:

- No haber realizado ejercicio físico intenso 24 horas antes.
- No hacer comidas grandes de 2-4 horas antes de la prueba.
- No consumir café o alcohol al menos 8 horas antes de la prueba.
- Vaciar la vejiga antes de la medición.
- No haber tomado medicamentos diuréticos, corticoides, etc... 7 días antes de la prueba.
- Medición del peso y de la talla en cada evaluación en la misma hora del día.
- Instauración previa de un tiempo de 8-10 minutos en posición de decúbito supino.
- Correcta posición de electrodos.
- Los brazos y las piernas debían estar separados del tronco (ángulos del brazo - tronco :  $10^{\circ} \pm 5^{\circ}$  ; ángulos de la pierna - tronco :  $15^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ).
- Retirar elementos metálicos tanto del cuerpo como de la camilla donde el sujeto se tumbara para hacer la determinación (81).



En este estudio, se comparan dos aparatos de bioimpedancia tetrapolar:

-BodyStat® modelo 1500, es un aparato multifrecuencia, aunque en este estudio se ha trabajado con una frecuencia fija de 50 kHz, que ofrece información tanto de la resistencia expresada en ohmnios ( $\Omega$ ), como del porcentaje de grasa, masa grasa, masa libre de grasa, masa ósea, contenido hídrico y tasa metabólica basal. Las mediciones fueron tomadas utilizando electrodos adhesivos desechables de la misma marca, dispuestos en la mano y pie derechos, pasando la corriente por el tronco entre las dos extremidades (Fig.12).



**Figura 12.** Imágenes cedidas por el Grupo EPINUT UCM ref. 920325. A: Analizador BIA tetrapolar, BodyStat® 1500 y B: Colocación de los electrodos.

Para tomar la medida, el individuo debía encontrarse en decúbito supino, con los brazos y las piernas ligeramente separados. Los adhesivos a los que se conectan los cables emisores, se colocan uno en la muñeca a la mitad de la distancia entre la apófisis radial y ulnar, y el otro en el tobillo entre el maléolo medial y lateral, a cuatro centímetros de los cables receptores, colocados hacia el centro de la superficie dorsal de manos y pies.

Para favorecer la adhesión de los electrodos a la piel, ésta debía limpiarse previamente con un algodón y alcohol con el fin de eliminar posibles sustancias que alteraran el procedimiento (55, 82, 83).

Antes de tomar la medida se introducen los datos requeridos por el aparato, que son edad, sexo, peso, estatura y actividad física (con los siguientes rangos: muy alta, alta, media, baja, muy baja). Se obtienen varios parámetros, entre los que se encuentran el porcentaje de grasa (% GC), obtenido por la fórmula integrada del aparato (secreta e impublicable según la casa BodyStat®) y la lectura de la impedancia medida en ohmios ( $\Omega$ ), basada en la capacidad que tiene el organismo para conducir una corriente eléctrica.

El dato de la impedancia en ohmios se ha extrapolado a la ecuación de Deurenberg (84), para obtener otro dato de porcentaje de grasa a partir de la masa libre de grasa, que es el parámetro que ofrece la fórmula (para la población adulta de 16 años en adelante).

$$FFM = 0,340 \times 10^4 \times H^2 / R + 15,34 H + 0,273 W - 0,127 A + 4,56 S - 12,44$$

Donde: H (estatura en metros), W (peso en kilogramos), R (impedancia en ohmios), A (edad en años), S (sexo, valor 1 para hombres, 0 para mujeres).

Esta ecuación se ha elegido por ser utilizada obteniendo buenos resultados en estudios con diversos métodos de referencia y en distinto tipo de población (85, 86).

- Báscula monitor de composición corporal, Inner Scan Segmental, digital, marca TANITA® BC-545, ofrece información sobre el porcentaje de grasa corporal total y la masa muscular por segmentos del cuerpo: brazo derecho, brazo izquierdo, pierna derecha, pierna izquierda y tronco, además de informarnos sobre la tasa metabólica basal, peso libre de grasa, peso óseo (PO) y grasa visceral. En el presente estudio se han recogido los datos correspondientes al % GC, MG, MLG y PO.

La BIA mide la composición corporal enviando una señal de baja frecuencia y segura por todo el cuerpo, desde la base de la báscula (Fig.13). Esta señal circula libremente entre el líquido del tejido muscular pero se topa con la resistencia del tejido graso.

Esta resistencia, la bioimpedancia, se mide con exactitud y sus resultados se contrastan en función del sexo, la altura y el peso de la persona para calcular de manera personalizada la lectura de grasa y la composición corporal.



**Figura 13.** Aparato de Análisis Corporal TANITA® BC-545.

Para tomar la medida con la báscula, el sujeto descalzo coloca los pies cada uno en un electrodo y hace uso del sistema de cable retráctil, que transmite una pequeña corriente eléctrica que recorre el cuerpo pasando por todo el tejido corporal de manera más lenta por la grasa que por el músculo.

### **Interactancia de infrarrojos (NIR)**

El espectrofotómetro FUTREX® modelo 5500 A/WL, fue utilizado para realizar el análisis de la composición corporal por interactancia de infrarrojos.

Este método está basado en la absorción y reflexión de la luz usando espectroscopia próxima al infrarrojo. La luz penetra en el cuerpo y colisiona con los componentes internos del cuerpo (agua, grasa, vasos sanguíneos, hueso), y se dispersa en todas las direcciones. Esta dispersión de la luz se reemite desde el cuerpo al sitio donde está localizado el detector requiriendo acceso sólo a un lugar del cuerpo, siendo el bíceps del brazo predominante el lugar recomendado para realizar la medición.

La lectura con el dispositivo de infrarrojos se lleva a cabo colocando el cilindro que emite el haz de luz perpendicular al brazo relajado, a la altura del bíceps, en el punto intermedio entre la fosa antecubital y el acromium.

En el extremo del cilindro que toca con la piel, se coloca un accesorio de material opaco que es necesario sujetar para evitar que pueda entrar luz exterior consiguiéndose así que la medida sólo corresponda a la luz emitida por el cilindro y reflejada por el interior del brazo, y no sea luz exterior o reflejada por la piel (87) (Fig.14).



**Figura 14.** Aparato FUTREX<sup>®</sup> 5500 A/WL. Imágenes cedidas por el Grupo EPINUT UCM ref. 920325.

La medición óptica de los infrarrojos se realiza a dos longitudes de onda 940 nm (Dato óptico 1 = OD1) y 950 nm (Dato óptico 2 = OD2). Valores altos de OD1 serían indicativos de elevado componente graso, mientras que los valores mayores de OD2 revelarían más cantidad de agua corporal (88). Para obtener la lectura correcta, se realizan dos mediciones, primero a 940 nm y después a 950 nm, separando el cilindro del brazo entre una y otra medición (89).

Los parámetros físicos usados en el estudio han sido el peso, la estatura, el sexo, la contextura, calculada mediante la relación entre la estatura (cm) y la circunferencia de la muñeca (cm) para determinar si una persona tiene huesos pequeños, medianos o grandes, cuyos niveles de referencia se muestran en la tabla 7 (90), y el nivel de actividad física (frecuencia, intensidad y duración), previamente introducidos en el aparato y necesarios para realizar el cálculo estimativo de la cantidad de grasa corporal.

	MUJERES			VARONES		
	Tamaño de la muñeca (cm)					
Estatura (cm)	Pequeña	Mediana	Grande	Pequeña	Mediana	Grande
< 158	< 13,9	13,9 - 14,6	> 14,6	-	-	-
158 - 167	< 15,2	15,2 - 15,8	> 15,8	-	-	-
> 167	< 15,8	15,8 - 16,5	> 16,5	13,9 - 16,5	16,5 - 19	> 19

**Tabla 7.** Valores de referencia para el cálculo de la contextura corporal (90).

Las características más deseables del aparato son su capacidad de realizar medidas en pocos segundos, el sujeto no necesita desnudarse, la medida se puede hacer en cualquier estado del organismo y la capacidad del instrumento proporciona una impresión no solo de la composición corporal del cuerpo sino también de un análisis de la forma física completa del sujeto (87).

La ecuación utilizada por el aparato FUTREX<sup>®</sup> 5500 A/WL es la misma que la utilizada por el aparato FUTREX<sup>®</sup> 5000, existiendo una única diferencia que reside en la opción específica para adolescentes deportistas de la disciplina de lucha.

Esta ecuación fue publicada por Israel *et al.*, en 1989 (91) y citada en numerosos estudios posteriores (88, 92) y es la siguiente:

$$\% \text{ GC} = 84.1 - 43.6 \times \text{OD}_2 - 156.3 \times S + 7.8 \times \text{peso (libras/100)} - 66.2 \times \text{estatura (pulgadas/100)} + 10.8 \times \text{OD}_1 - 99.7 \times E$$

Donde S tiene el valor -0.01 para las mujeres y +0.01 para los varones, y la E es el nivel de ejercicio (bajo = 0, suave = 0.02, moderado = 0.05 y fuerte = 0.08).

Cabe añadir, que el grado de hidratación corporal constituye un parámetro de notable interés tanto en la evaluación física de la población general, como particularmente en los sujetos deportistas y en los afectados de diversas patologías, por lo que resulta fundamental contar con valores referenciales. Tanto los aparatos BIA como el dispositivo de interactancia por infrarrojos, ofrecen información relativa al componente hídrico expresándolo en porcentaje de agua los dos primeros y en contenido total de agua en litros el dispositivo FUTREX<sup>®</sup> 5500.

#### **4.4. Variables para el diagnóstico nutricional y el riesgo cardiometabólico**

Actualmente el estilo de vida impuesto en la población general y en todos los grupos de edad, es un estilo de vida sedentario, tanto en el desempeño de las ocupaciones diarias como en el tiempo de ocio, con desplazamientos mecanizados, ocio sedentario y escasa dedicación a la práctica de ejercicio físico.

El sobrepeso y la obesidad se han convertido en dos problemas de gran magnitud y de rápida evolución dentro de la Salud Pública en la mayor parte de los países desarrollados y en los que tienen economías en transición, lo que conlleva a un deterioro en la calidad de vida e incluso en la esperanza de vida, además de importantes costes económicos y sociales añadidos (93).

Diversos organismos y programas internacionales como la *Organización Mundial de la Salud* (OMS) (11), el *Programa Nacional de Educación para el Colesterol* (NCEP) (12), el *Grupo Europeo de Estudio de la Insulinorresistencia* (EGIR) (13) o la *Federación Internacional de Diabetes* (IDF) (14) entre otros, en sus definiciones de síndrome metabólico (SM), introducen las medidas de IMC, ICC y PC poniendo de manifiesto que el SM está formado por varios componentes sin necesidad de recurrir a determinaciones clínicas complejas, permitiendo por tanto, el diagnóstico precoz de todos aquellos individuos que podrían beneficiarse de cambios en el estilo de vida (Tabla 8).



Criterio	OMS (1998)			SM-ATP III (2001)		EGIR (2001)			IDF (2005)	
Obesidad	ICC			PC (cm)		PC (cm)			PC (cm)	
	♂	♀		♂	♀	♂	♀		♂	♀
	> 0.90	> 0.85	IMC	> 102	> 88	≥ 94	≥ 80	IMC	≥ 94	≥ 80
			≥ 30 Kg/m <sup>2</sup>					≥ 30 Kg/m <sup>2</sup>		

**Tabla 8.** Criterios considerados por los diferentes organismos internacionales respecto al IMC, ICC y PC (11, 12, 13, 93).

Por tanto, para evaluar la condición nutricional y el perfil de distribución de la adiposidad, se han utilizado indicadores e índices estrechamente asociados con el riesgo cardiovascular como el perímetro de la cintura (PC), que se correlaciona directamente con el contenido de la grasa abdominal y en concreto con la grasa de la región peri-visceral (94, 95), y el ICC y el ICT como índices aplicables para su determinación, por su facilidad y fiabilidad para hacer la valoración de la grasa corporal.

El perímetro de la cintura utilizado en este trabajo ha sido el perímetro de la cintura a nivel umbilical (PCu) ya que no existe un criterio de homogeneidad claro para la utilización del PCm o del PCu.

En comparación con el IMC, la circunferencia de la cintura se halla más estrechamente asociada con los componentes del SM, diabetes tipo 2, patologías del sistema musculoesquelético e incluso con algunos tipos de cáncer y con la mortalidad derivada de las enfermedades cardiovasculares (96, 97), y su utilidad diagnóstica es mayor que la del IMC ya que permite identificar el riesgo en sujetos que no serían categorizados con sobrepeso mediante una relación estatura-ponderal y porque un IMC alto puede no reflejar necesariamente un exceso de grasa, como por ejemplo en el caso de deportistas con mucha masa muscular.

En la tabla 9, se presentan los valores de corte del PC según el *Instituto Nacional de Salud* de los EE.UU, (NIH), para establecer el riesgo cardiovascular potencial (98), que son los valores adoptados en el presente trabajo para evaluar el RCV a partir de este parámetro.

	Varones	Mujeres
	PC	
<b>Riesgo aumentado</b>	> 95 cm	> 82 cm
<b>Riesgo muy aumentado</b>	> 102 cm	> 88 cm

**Tabla 9.** Valores de corte del PC en varones y mujeres para establecer riesgo cardiovascular (98).

Sin embargo, el PC se incrementa durante el crecimiento y presenta cierta variabilidad étnica y sexual. Para soslayar este problema, algunos autores propusieron estandarizar la medida en relación a la estatura estableciendo el índice cintura talla (ICT), y considerando niveles superiores a 0,50 como indicativos de adiposidad abdominal, y en consecuencia, su asociación con el riesgo cardiovascular (79).

De hecho, en la reciente revisión efectuada por Savva *et al.*, (99) se pone en relieve la mayor utilidad que presenta el ICT, en comparación con el IMC, para el diagnóstico de la morbilidad asociada a los componentes del SM en poblaciones de diverso origen étnico y geográfico.

Si el indicador utilizado para determinar la obesidad abdominal como un factor de riesgo de enfermedades coronarias es el ICC, podemos decir que los valores que determinan la existencia de riesgo son, en promedio un ICC > 0,80 para mujeres y un ICC > 0,90 para varones. Existen numerosos estudios de diversos organismos como la SEEDO o el NIH, que avalan estos valores, estimando mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares o metabólicas cuando el ICC es mayor a 0,85 en las mujeres y el ICC es mayor de 1 en los varones (98). En la tabla 10, se muestran los valores de referencia de ICC desglosados por rango de edad y sexo según Seidell y Deerenberg (78).

	Edad	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
<b>Varones</b>	<b>20-29</b>	0,83	0,83-0,88	0,89-0,94	0,94
	<b>30-39</b>	0,84	0,84-0,91	0,92-0,96	0,96
	<b>40-49</b>	0,88	0,88-0,95	0,96-1,00	1
	<b>&gt; 50</b>	0,90	0,90-0,96	0,97-1,02	1,02
<b>Mujeres</b>	<b>20-29</b>	0,71	0,71-0,77	0,78-0,82	0,82
	<b>30-39</b>	0,72	0,72-0,78	0,79-0,84	0,84
	<b>40-49</b>	0,73	0,73-0,79	0,80-0,87	0,87
	<b>&gt; 50</b>	0,74	0,74-0,81	0,82-0,88	0,88

**Tabla 10.** Valores de referencia para el índice cintura/cadera (ICC) Seidell y Deerenberg (78).

No obstante, todavía hay autores que utilizan únicamente el IMC para hacer el diagnóstico de obesidad puesto que es una medida estándar que sigue siendo práctica para evaluar el grado de exceso de peso corporal, correlacionándose bien con la grasa del cuerpo, y siendo relativamente poco afectada por la altura.

Pero, hay que tener en cuenta que el IMC varía con la edad y el género, y aunque es un buen predictor en población sana, sin embargo, no es una medida directa de adiposidad y puede sobreestimar ligeramente la gordura de los individuos que son bajos o que tienen una masa muscular relativamente alta (44).

Los puntos de corte actualmente vigentes, establecidos por la OMS desde 1999 (11) y redefinidos en los años 2000 (100), 2004 (101, 102, 103) y por la SEEDO en el año 2000 (58) y revalidados en el Consenso del año 2007 (59) son los que siguen en las tablas 11 y 12 respectivamente.

<b>Categoría OMS (2004)</b>	<b>IMC</b>
Insuficiencia Ponderal	< 18,5
Normopeso	18,5 - 24,9
Sobrepeso	25 - 29,9
Obesidad I	30 - 34,9
Obesidad II	35 - 39,9
Obesidad III	≥ 40

**Tabla 11.** Clasificación vigente del estado nutricional a partir del IMC según la OMS (101).

<b>Categoría SEEDO (2007)</b>	<b>IMC</b>
Insuficiencia Ponderal	< 18,5
Normopeso	18,5 - 24,9
Sobrepeso I	25 - 26,9
Sobrepeso II	27 - 29,9
Obesidad I	30 - 34,9
Obesidad II	35 - 39,9
Obesidad III	40 - 49,9
Obesidad IV	$\geq 50$

**Tabla 12.** Clasificación vigente del estado nutricional a partir del IMC según la SEEDO (59).

#### **4.5. Análisis estadístico**

Los estadísticos descriptivos de las variables socioeconómicas, de hábitos alimentarios, actividad física y de composición corporal, incluyen la media, la desviación estándar y han sido categorizadas por grupos de edad y sexo.

Con el fin de establecer la variabilidad ontogénica de los indicadores antropométricos se han determinado las categorías de edad definidas con intervalos de 10 años, comparándose las medidas de % GC, MG, MLG, desarrolladas mediante antropometría, por bioimpedancia (BIA), tanto con el dispositivo BodyStat® 1500 como con la báscula TANITA® BC-545, y por interactancia de infrarrojos (NIR). También se incluyen en el análisis los PCu y PCd, metabolismo basal, peso óseo (PO) e hidratación, así como los diferentes índices para diagnosticar adiposidad relativa y central como son el IMC, ICC e ICT.

Comprobada la normalidad de las variables, se han efectuado pruebas de la T de Student o de U-Mann Whitney para evaluar las diferencias entre las series masculina y femenina y pruebas de ANOVA para comparar grupo de edad. Se ha estimado el coeficiente de correlación de Pearson para conocer la asociación entre los distintos parámetros de tamaño y composición corporal. Así mismo, se ha empleado el test de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para el contraste de proporciones.

En la valoración de la concordancia, se ha utilizado el coeficiente de correlación intraclass (CCI), ya que permite valorar el grado de acuerdo entre dos o más métodos u observaciones diferentes, basado en un modelo de análisis de la varianza (ANOVA), y que se define como la proporción de variabilidad total, explicada por la variabilidad entre personas, o la proporción de variación inter-individuos, con respecto a la variación total, que no sólo mide la fuerza de la correlación, sino también la tendencia y la variación con respecto a lo esperado con medidas repetidas (104, 105). Los valores del CCI, pueden oscilar entre 0 y 1, donde 0 indica la ausencia de concordancia y el 1, la concordancia o fiabilidad absoluta de los resultados obtenidos.

Los valores por debajo del 0,4 representan baja fiabilidad, valores entre 0,4 y 0,75 representan una fiabilidad entre regular y buena, y los valores por encima de 0,75, una variabilidad excelente (105, 106), aunque otros autores como Jiménez (107), añaden más categorías de concordancia, tabla 13.

Valor del CCI	Concordancia
1 - 0,91	Muy buena
0,90 - 0,71	Buena
0,70 - 0,51	Moderada
0,50 - 0,31	Mediocre
0,30 - 0	Mala

**Tabla 13.** Concordancia según valor de CCI (107).

Se han empleado Curvas ROC (Receiver Operating Characteristics) para contrastar la eficacia diagnóstica de distintos indicadores antropométricos en la identificación de la sobrecarga ponderal categorizada mediante el IMC. Finalmente, se han desarrollado ecuaciones predictivas de adiposidad relativa (% GC) mediante un análisis de regresión tomando como variables independientes el ICT y el peso de los individuos, y como variable dependiente el % GC.

Para comprobar la validez de las fórmulas desarrolladas se ha realizado una prueba T de Student para muestras pareadas entre las variables originales de adiposidad y las predichas por el modelo, aplicadas a dos terceras partes de la muestra.

Los niveles de significación establecidos son los que habitualmente se utilizan en el ámbito biosanitario con una confiabilidad de  $p = 0,05$  y  $p = 0,01$ . Reflejándose el valor del estadístico empleado, y el valor de significación ( $p$ ) en todos los análisis realizados. El tratamiento estadístico se ha realizado mediante el programa SPSS v.21 para Windows y Microsoft Office Excel 2016.



1



2



3

## **5. RESULTADOS -**

---



**Fotos:**

1. Picnic (1998)
2. Mujer con bicicleta
3. Los músicos (1979)

**Autor:** Fernando Botero

## **5. RESULTADOS**

Los resultados del presente trabajo obtenidos tras el análisis estadístico de los datos, serán detallados y expuestos según la siguiente secuencia:

- **Caracterización de la muestra:** donde se encuentran las distribuciones de edad, sexo, datos socioeconómicos y demográficos como lugar de nacimiento y hábitos alimentarios, actividad física, etc.

- **Análisis de la composición corporal** mediante antropometría, BIA y NIR, apartado en el que se aportan valores de referencia para % GC, MG, MLG y Peso Óseo (PO), así como para las variables informativas de la tasa metabólica basal y el grado de hidratación.

- **Contraste de métodos analíticos de composición corporal:** donde se comparan los resultados obtenidos mediante los distintos procedimientos y dispositivos, calculando el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI) y aplicando curvas ROC para valorar la utilidad de los métodos estimativos del % GC para predecir el exceso ponderal.

- **Otros indicadores de diagnóstico nutricional,** sección en la que se analiza el IMC, y los parámetros informativos de la distribución adiposa (ICT, ICC) y se estudia el valor predictivo de las dimensiones antropométricas directas y derivadas para establecer el diagnóstico de la sobrecarga ponderal, aplicando metodología de curvas ROC.

- Por último, se aborda **el desarrollo de ecuaciones predictivas de adiposidad relativa**, a partir de indicadores antropométricos sencillos como el peso y el ICT.

### **5.1. Caracterización de la muestra**

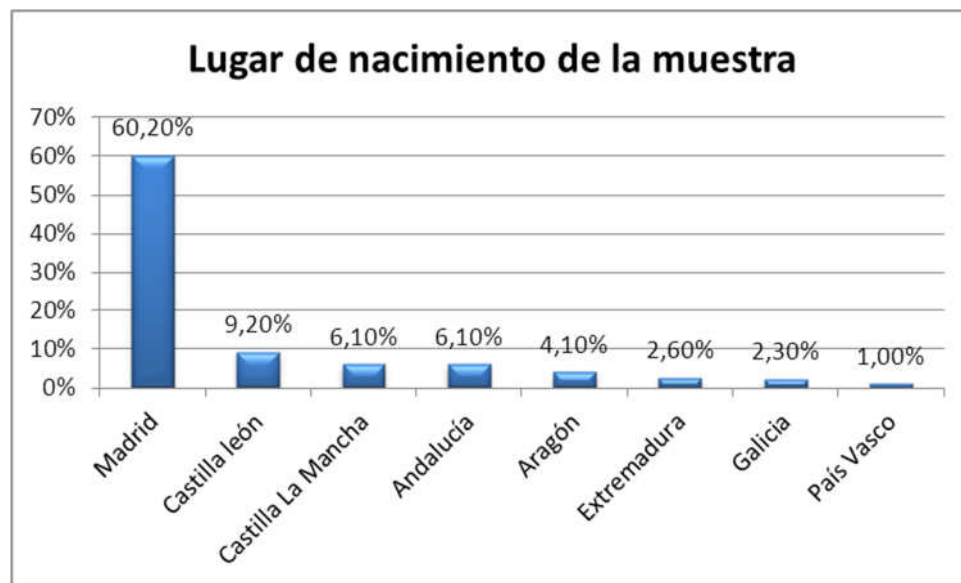
En la tabla 14, se muestran la media y desviación estándar para la edad en ambos sexos, que fue aproximadamente de 35 años para los varones y 37 años para las mujeres.

	Edad (años)		
Sexo	N	Media	DE
Varones	149	34,97	13,96
Mujeres	430	37,74	14,90

**Tabla 14.** Edad de la muestra.

### **Datos socioeconómicos y demográficos**

Como se puede observar en la figura 15, la gran mayoría de los participantes en el estudio han nacido en la Comunidad de Madrid, destacando otros orígenes como Castilla León, Castilla La Mancha y Andalucía.



**Figura 15.** Lugar de nacimiento de la muestra.

Al analizar los lugares de origen de ambos progenitores la tendencia se mantiene. Siguen predominando la Comunidad de Madrid, Castilla León, Castilla La Mancha y Andalucía (Figs. 16 y 17).

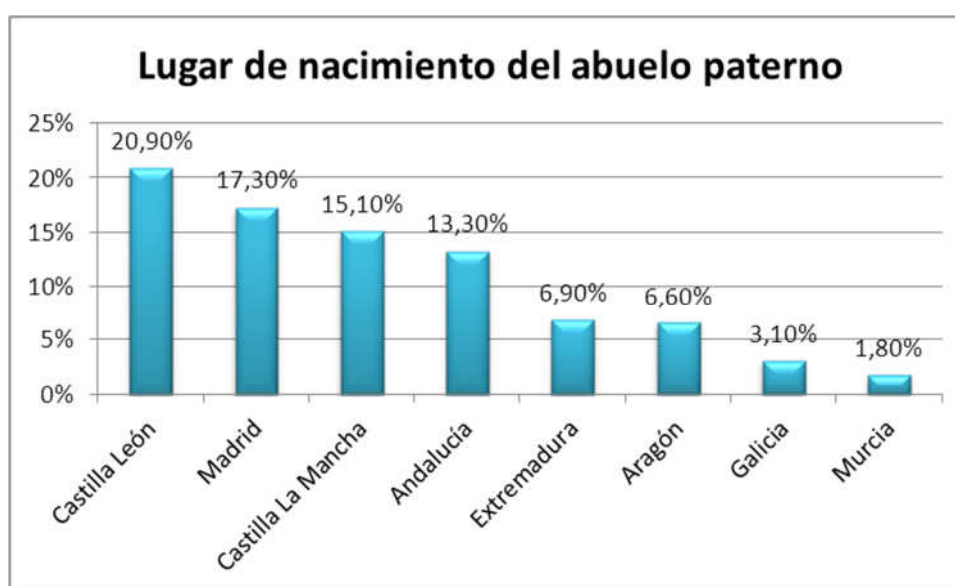


**Figura 16.** Lugar de nacimiento del padre.

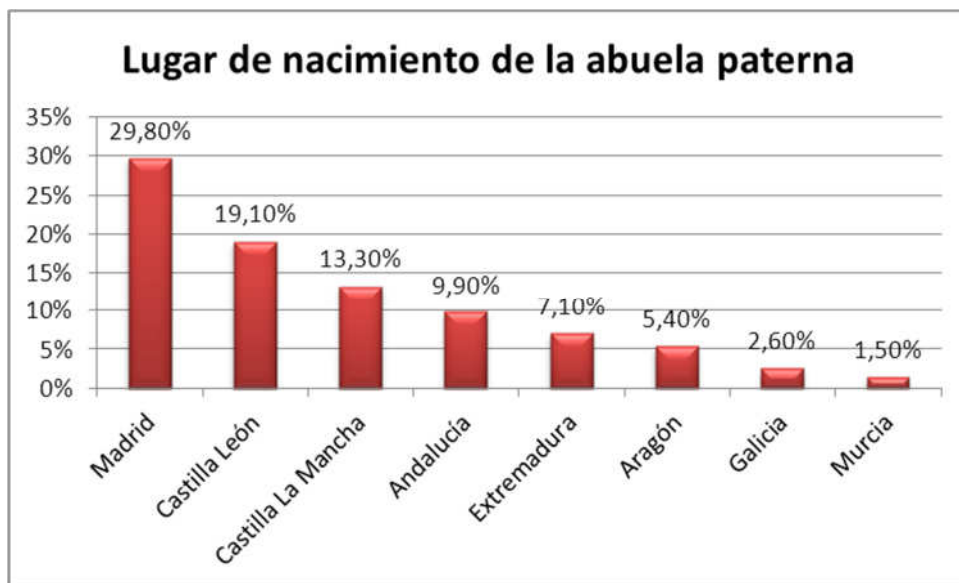


**Figura 17.** Lugar de nacimiento de la madre.

Finalmente, atendiendo a los abuelos paternos y maternos observamos que destaca Castilla León como el lugar de nacimiento del abuelo paterno, seguido de Madrid, Castilla La Mancha y Andalucía (Fig. 18), mientras que la Comunidad de Madrid es predominante, seguida de Castilla León y de Castilla La Mancha, en el caso del lugar de nacimiento de la abuela paterna (Fig. 19).

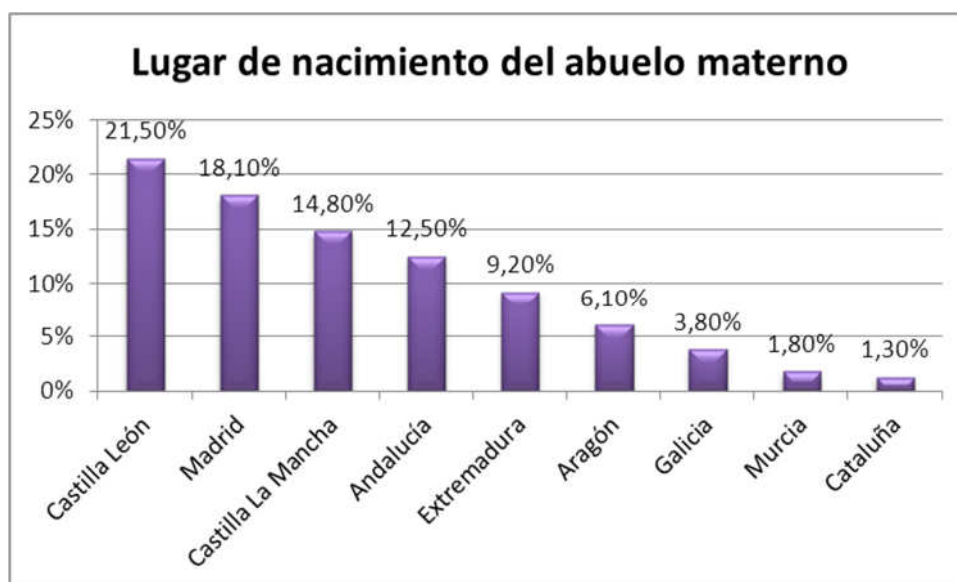


**Figura 18.** Lugar de nacimiento del abuelo paterno.

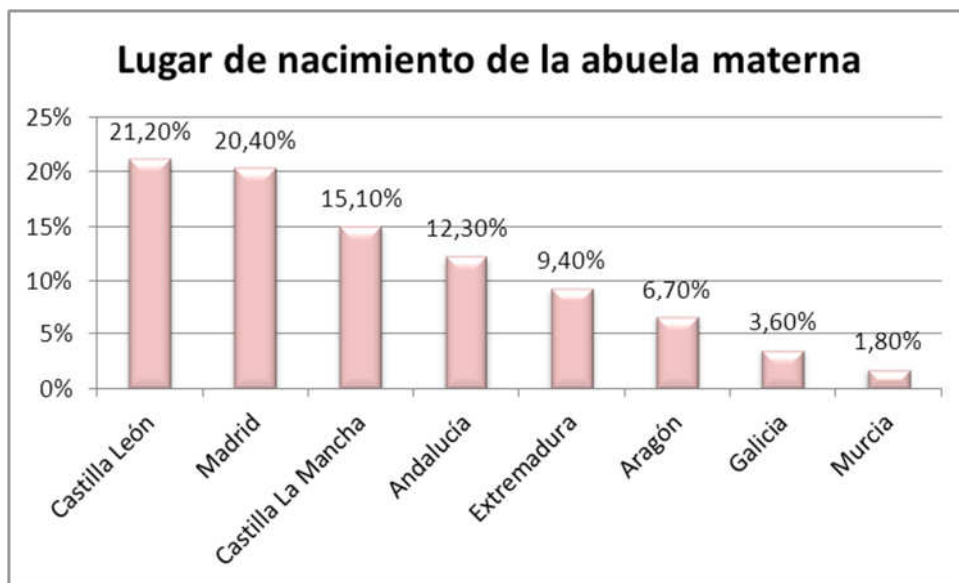


**Figura19.** Lugar de nacimiento de la abuela paterna.

En la línea materna, no se aprecian diferencias en los lugares de nacimiento de los abuelos encontrándonos con porcentajes muy similares en ambos casos (Figs. 20 y 21).



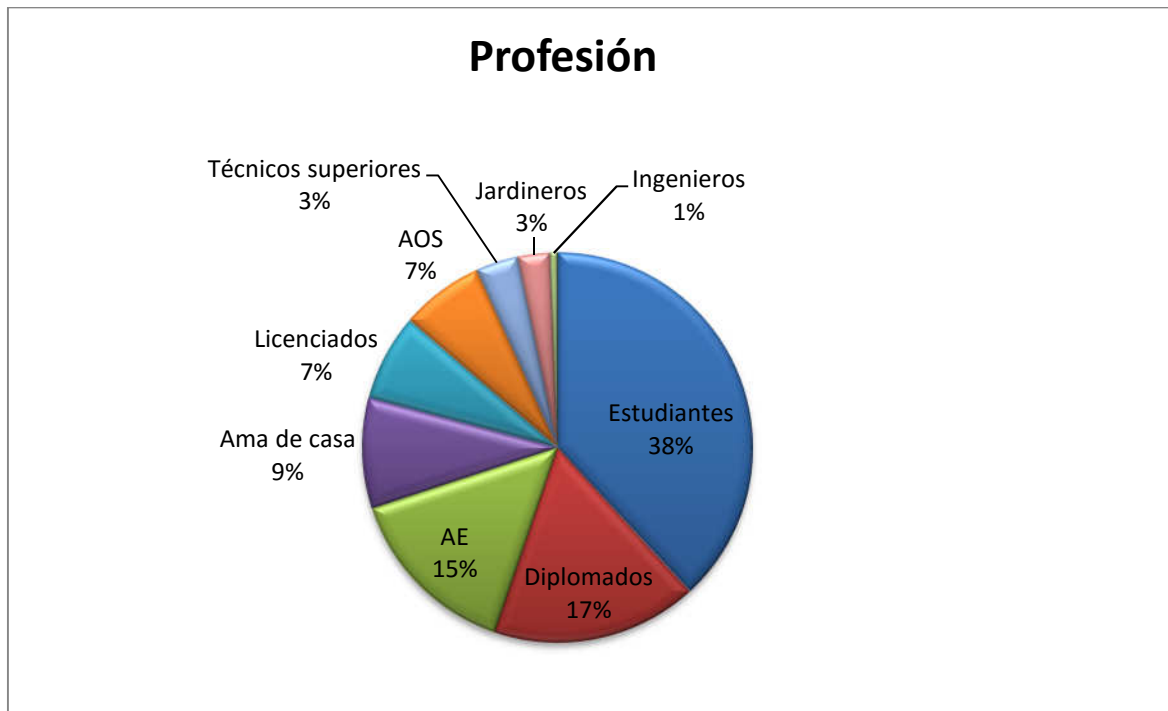
**Figura 20.** Lugar de nacimiento del abuelo materno.



**Figura 21.** Lugar de nacimiento de la abuela materna.

En general, la proporción de madrileños es mayor en los individuos encuestados y va haciéndose menor, conforme se alejan las generaciones, al tiempo que aumentan las proporciones de ancestros correspondientes a las dos Castillas, Andalucía y Extremadura.

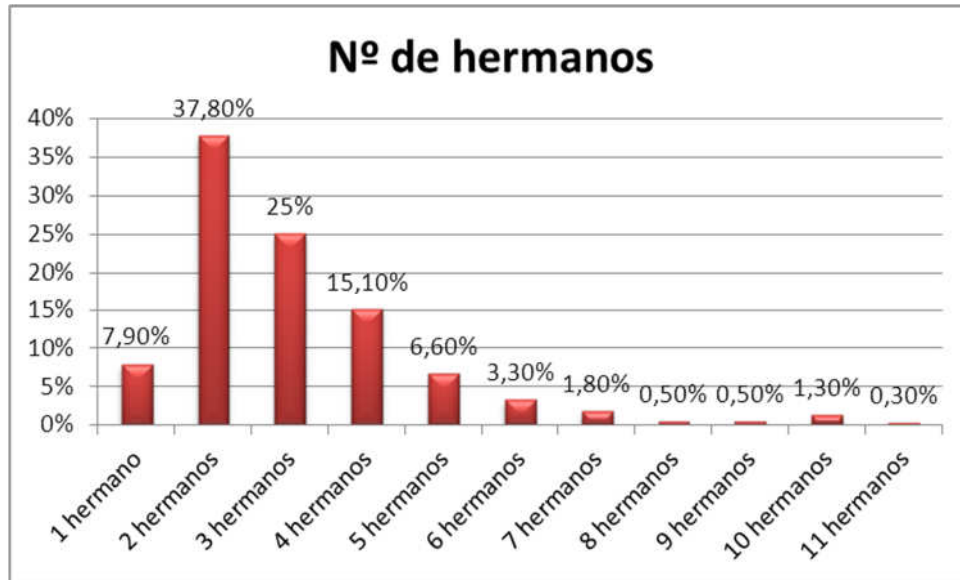
Un 38% de los sujetos de la muestra son estudiantes universitarios. El resto son trabajadores que desempeñan su labor en distintas profesiones (Fig. 22).



**Figura 22.** Profesión de la muestra. Diplomados (Enfermeros, Trabajadores Sociales y Bibliotecarios), Licenciados (Médicos, Biólogos, Farmacéuticos), Ingenieros (Montes, Agrícolas), Técnicos superiores (Radiodiagnóstico, Laboratorio), AE (Auxiliares de Enfermería), AOS (Auxiliares de Obras y Servicios).



En la Figura 23, se refleja el número de hermanos que hay en cada familia de cada participante del estudio. Predominan las familias de dos hermanos (37,80% de los casos) y tres hermanos (25% de los casos).



**Figura 23.** N° de hermanos de cada individuo en cada familia.

Como se pormenoriza y debate en el apartado de discusión, el efectivo muestral, aun siendo de “conveniencia”, por sus características biodemográficas, refleja en buena medida a la población española adulta actual.

### **Hábitos alimentarios**

En general se podría decir que los hábitos alimentarios de los sujetos que componen la muestra no son suficientemente saludables ya que un 74,8% de las mujeres se saltan el desayuno, y un 41,5% de los varones toma bollería para desayunar, un 25,5% de los varones y un 18,9% de las mujeres toman comida rápida y los dulces están presentes en sus dietas, aunque los lácteos, frutas y verduras se encuentran en la dieta diaria de la mayoría.

De acuerdo a la puntuación KIDMED sólo el 17,9% de los varones y el 18,9% de las mujeres se clasificaron en dieta óptima, el 61,3% de los primeros y el 65,4% de las segundas se catalogaron en dieta mejorable y el resto, 20,8% y 15,7% respectivamente, obtuvieron menos de 3 puntos lo que significa una mala calidad de la dieta (Tabla 15).

Con nuestros resultados no se puede apoyar la idea de que la dieta mediterránea es la seguida habitualmente en nuestro país, ya que los individuos estudiados obtuvieron en promedio  $5,37 \pm 2,36$  puntos (varones) y  $5,57 \pm 2,07$  puntos (mujeres) sobre 12, que sería la máxima calificación de dieta óptima según el índice KIDMED.

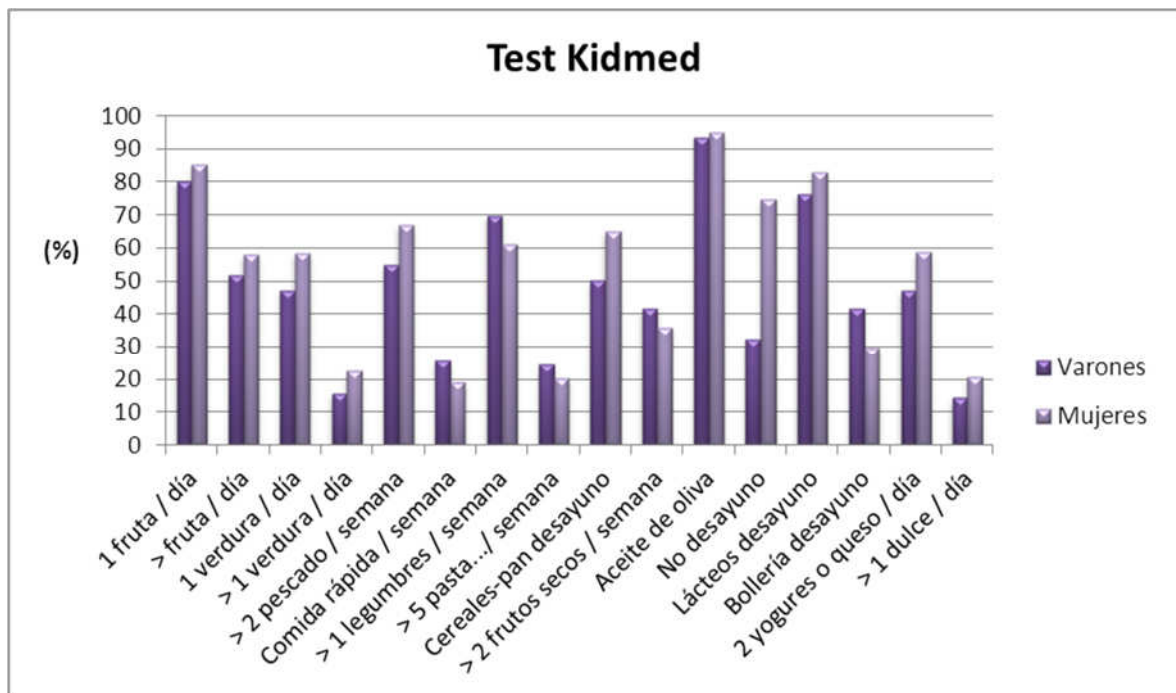
Test Kidmed	Varones	Mujeres	p
	(%)	(%)	
1 fruta / día	80,2	85,3	0,220
> fruta / día	51,9	58	0,275
1 verdura / día	47,2	58,4	0,042*
> 1 verdura / día	15,6	22,5	0,047*
> 2 pescado / semana	54,7	67,1	0,023*
Comida rápida / semana	25,5	18,9	0,152
> 1 legumbres / semana	69,8	61,2	0,115
> 5 pasta.../ semana	24,5	20,3	0,363
Cereales-pan desayuno	50,0	65,0	0,007*
> 2 frutos secos / semana	41,5	35,7	0,288
Aceite de oliva	93,4	94,8	0,604
No desayuno	32,1	74,8	0,172
Lácteos desayuno	76,4	82,9	0,147
Bollería desayuno	41,5	29,7	0,027*
2 yogures o queso / día	47,2	58,7	0,041*
> 1 dulce / día	14,2	20,6	0,145
<b>Calidad de la dieta (índice Kidmed)</b>			<b>p</b>
Mala calidad ( $\leq 3$ )	20,8	15,7	0,502
Mejorable (4-7)	61,3	65,4	
Óptima ( $\geq 8$ )	17,9	18,9	

**Tabla 15.** Porcentajes para cada punto del cuestionario Kidmed y frecuencias de los resultados.

\*  $p < 0,05$ .

Representando estos porcentajes en un gráfico de barras (Fig. 24), se pueden observar aún más claramente las diferencias entre sexos en los hábitos alimentarios, especialmente para ciertos puntos como saltarse el desayuno, en donde se observa claramente que las mujeres se saltan muchas más veces el desayuno que los varones, en cambio son éstos los que toman más bollería en el desayuno, y tomar dos yogures o queso

una vez al día, lo hacen más frecuentemente las mujeres. En el resto de parámetros se puede apreciar una mayor homogeneidad entre ambos sexos.



**Figura 24.** Frecuencias de cada punto del cuestionario Kidmed.

Si desglosamos por grupos de edad, observamos que entre los jóvenes de 20-29 años es elevada la proporción de los que comen una o más veces en restaurantes de comida rápida, el 34,0% mujeres y el 35,0% varones.

Por el contrario, por destacar un hábito positivo, las mujeres de este rango de edad prescinden en menor porcentaje del desayuno, tan solo un 34,0% de éstas (Tabla 16).

Los individuos de este grupo de edad obtuvieron en promedio  $5,40 \pm 2,41$  puntos (varones) y  $5,72 \pm 1,77$  puntos (mujeres) sobre 12, que sería la máxima calificación de dieta óptima según el índice KIDMED para este grupo de edad.

Test Kidmed	20-29 años		
	Varones	Mujeres	p
	(%)	(%)	
1 fruta / día	90,0	83,5	0,324
> fruta / día	52,5	52,4	0,994
1 verdura / día	45,0	47,6	0,523
> 1 verdura / día	20,0	23,2	0,782
> 2 pescado / semana	40,0	63,1	0,012*
Comida rápida / semana	35,0	34,0	0,908
> 1 legumbres / semana	75,0	63,1	0,176
> 5 pasta.../ semana	32,5	25,2	0,382
Cereales-pan desayuno	45,0	62,1	0,063
> 2 frutos secos / semana	42,5	32,0	0,239
Aceite de oliva	87,5	96,1	0,057*
No desayuno	42,5	34,0	0,342
Lácteos desayuno	67,5	81,6	0,07*
Bollería desayuno	32,5	34,0	0,866
2 yogures o queso / día	57,5	55,3	0,815
> 1 dulce / día	10,0	20,4	0,142
Calidad de la dieta (índice Kidmed)			p
Mala calidad ( $\leq 3$ )	22,5	11,7	0,258
Mejorable (4-7)	62,5	70,9	
Óptima ( $\geq 8$ )	15,0	17,5	

**Tabla 16.** Porcentajes para cada punto del cuestionario Kidmed y frecuencias de los resultados en edades de 20-29 años. \*  $p < 0,05$ .

Entre los jóvenes de 30-39 años destaca una elevada proporción de varones que comen una o más veces en restaurantes de comida rápida, el 37,90%, mientras que son muy pocas las mujeres que lo frecuentan, el 15,20%.

Un hábito positivo es que las mujeres de este rango de edad siguen prescindiendo en menor porcentaje del desayuno, tan solo un 15,20% de éstas, sin embargo los varones continúan haciéndolo aunque cada vez en menor proporción, 31% (Tabla 17).

Los individuos de este grupo de edad obtuvieron en promedio  $4,48 \pm 1,97$  puntos (varones) y  $5,04 \pm 2,14$  puntos (mujeres) sobre 12, que sería la máxima calificación de dieta óptima según el índice KIDMED para este grupo de edad.

Test Kidmed	30-39 años		
	Varones	Mujeres	p
	(%)	(%)	
1 fruta / día	62,1	87,0	0,012*
> fruta / día	34,5	54,3	0,093
1 verdura / día	41,4	60,9	0,025*
> 1 verdura / día	21,0	42,3	0,099
> 2 pescado / semana	37,9	15,2	0,635
Comida rápida / semana	37,9	15,2	0,025*
> 1 legumbres / semana	51,7	39,1	0,285
> 5 pasta.../ semana	10,3	23,9	0,142
Cereales-pan desayuno	44,8	73,9	0,011*
> 2 frutos secos / semana	31,0	32,6	0,887
Aceite de oliva	96,6	97,8	0,739
No desayuno	31,0	15,2	0,103
Lácteos desayuno	86,2	84,8	0,865
Bollería desayuno	37,9	17,4	0,046*
2 yogures o queso / día	31,0	60,9	0,052*
> 1 dulce / día	10,3	23,9	0,093
Calidad de la dieta (índice Kidmed)			p
Mala calidad ( $\leq 3$ )	31,0	19,6	0,431
Mejorable (4-7)	62,1	67,4	
Óptima ( $\geq 8$ )	6,9	13,0	

**Tabla 17.** Porcentajes para cada punto del cuestionario Kidmed y frecuencias de los resultados en edades de 30-39 años. \*  $p < 0,05$ .

Dentro de los hábitos alimentarios de las mujeres de 40-49 años cabe destacar que en ambos grupos de edad disminuye el hábito de comer en restaurantes de comida rápida, el 10,0% de los varones y el 10,1% de las mujeres y los individuos de ambos sexos se saltan en mucho menor porcentaje el desayuno (Tabla 18).

Los individuos de este grupo de edad obtuvieron en promedio  $6,15 \pm 2,80$  puntos (varones) y  $5,86 \pm 2,44$  puntos (mujeres) sobre 12, que sería la máxima calificación de dieta óptima según el índice KIDMED para este grupo de edad.

Test Kidmed	40-49 años		
	Varones	Mujeres	p
	(%)	(%)	
1 fruta / día	85,0	82,6	0,801
> fruta / día	65,0	59,4	0,653
1 verdura / día	60,0	71,0	0,320
> 1 verdura / día	45,0	50,0	0,350
> 2 pescado / semana	60,0	75,4	0,178
Comida rápida / semana	10,0	10,1	0,985
> 1 legumbres / semana	75,0	63,8	0,349
> 5 pasta.../ semana	30,0	14,5	0,112
Cereales-pan desayuno	55,0	66,7	0,338
> 2 frutos secos / semana	55,0	42,0	0,305
Aceite de oliva	95,0	94,2	0,895
No desayuno	20,0	26,1	0,578
Lácteos desayuno	75,0	87,0	0,196
Bollería desayuno	55,0	31,9	0,059
2 yogures o queso / día	50,0	60,9	0,385
> 1 dulce / día	25,0	20,3	0,651
Calidad de la dieta (índice Kidmed)			p
Mala calidad ( $\leq 3$ )	15,0	18,8	0,858
Mejorable (4-7)	55,0	56,5	
Óptima ( $\geq 8$ )	30,0	24,6	

**Tabla 18.** Porcentajes para cada punto del cuestionario Kidmed y frecuencias de los resultados en edades de 40-49 años.



En el grupo de edad de mayores de 50 años, es destacable el hecho de que los varones no van nunca o casi nunca a restaurantes de comida rápida y solo un porcentaje muy pequeño, el 7,4% de las mujeres lo hacen. Sin embargo, en ambos géneros persiste en un porcentaje no muy alto el saltarse el desayuno, el 26,7% de los varones y el 17,6% de las mujeres (Tabla 19).

Los individuos de este grupo de edad obtuvieron en promedio  $6,00 \pm 1,88$  puntos (varones) y  $5,45 \pm 2,00$  puntos (mujeres) sobre 12, que sería la máxima calificación de dieta óptima según el índice KIDMED para este grupo de edad.

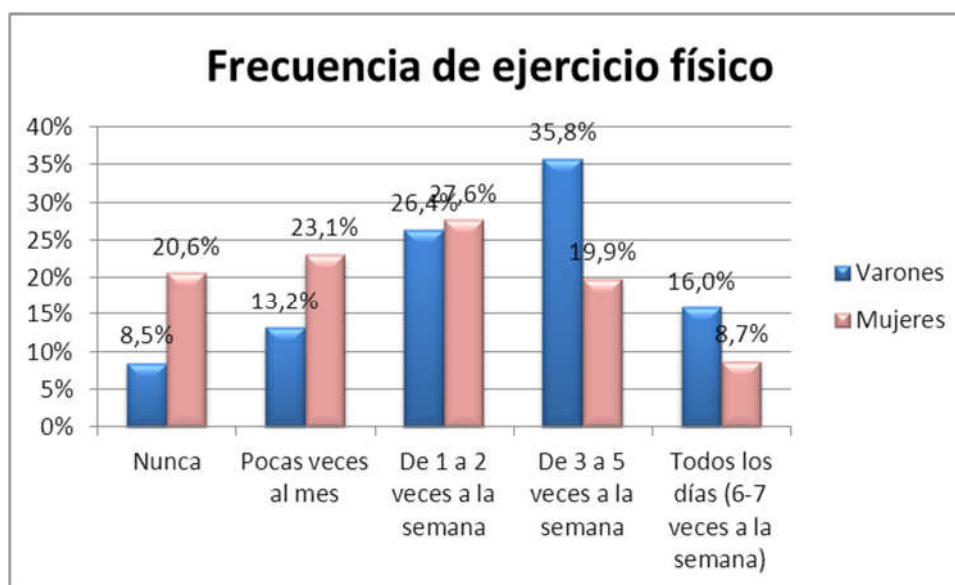
Como resumen de las tendencias mostradas en cada grupo de edad, cabe mencionar que, a partir de los 40 años, el grado de adhesión a la Dieta Mediterránea (ADM) se incrementa ya que aumenta la prevalencia de dieta alta y disminuye la proporción de dieta de mala calidad, si bien la prueba  $\chi^2$  ( $\chi^2$ ), indica que las diferencias son significativas únicamente en el sexo masculino ( $\chi^2 = 9,01$ ;  $p < 0,05$ ).

Test Kidmed	> 50 años		
	Varones	Mujeres	p
	(%)	(%)	
1 fruta / día	86,7	89,7	0,732
> fruta / día	66,7	67,6	0,942
1 verdura / día	53,3	60,3	0,453
> 1 verdura / día	20,0	31,2	0,620
> 2 pescado / semana	66,7	72,1	0,677
Comida rápida / semana	0,0	7,4	0,279
> 1 legumbres / semana	80,0	70,6	0,461
> 5 pasta.../ semana	80,0	16,2	0,720
Cereales-pan desayuno	60,0	61,8	0,899
> 2 frutos secos / semana	40,0	36,8	0,815
Aceite de oliva	100	91,2	0,232
No desayuno	26,7	17,6	0,423
Lácteos desayuno	80,0	79,4	0,959
Bollería desayuno	53,3	29,4	0,076
2 yogures o queso / día	46,7	60,3	0,333
> 1 dulce / día	20,0	19,1	0,938
<b>Calidad de la dieta (índice kidmed)</b>			<b>p</b>
Mala calidad ( $\leq 3$ )	6,7	16,2	0,376
Mejorable (4-7)	60,0	64,7	
Óptima ( $\geq 8$ )	33,3	19,1	

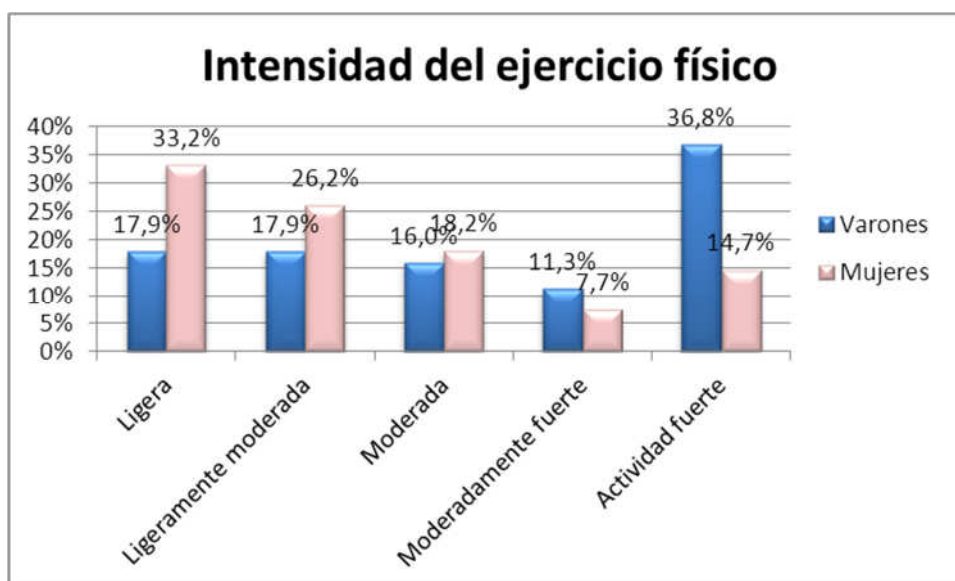
**Tabla 19.** Porcentajes para cada punto del cuestionario Kidmed y frecuencias de los resultados en edades > 50 años.

## Actividad física

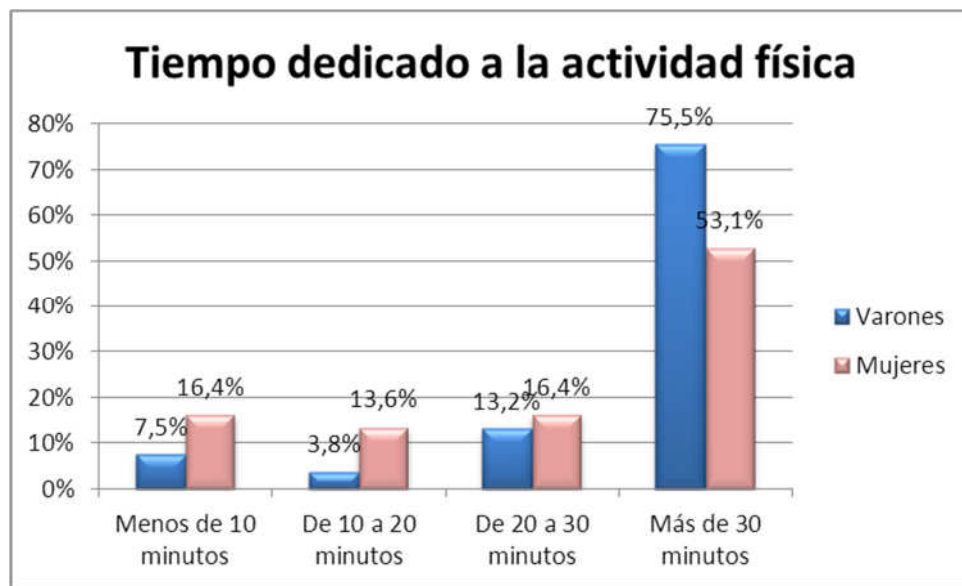
En las figuras 25, 26 y 27, se han representado la frecuencia, intensidad y tiempo dedicado al ejercicio en las series masculina y femenina. Se constata que para los tres factores considerados existen diferencias sexuales ( $p < 0,01$ ) en el nivel de actividad física.



**Figura 25.** Frecuencia de ejercicio físico según género.

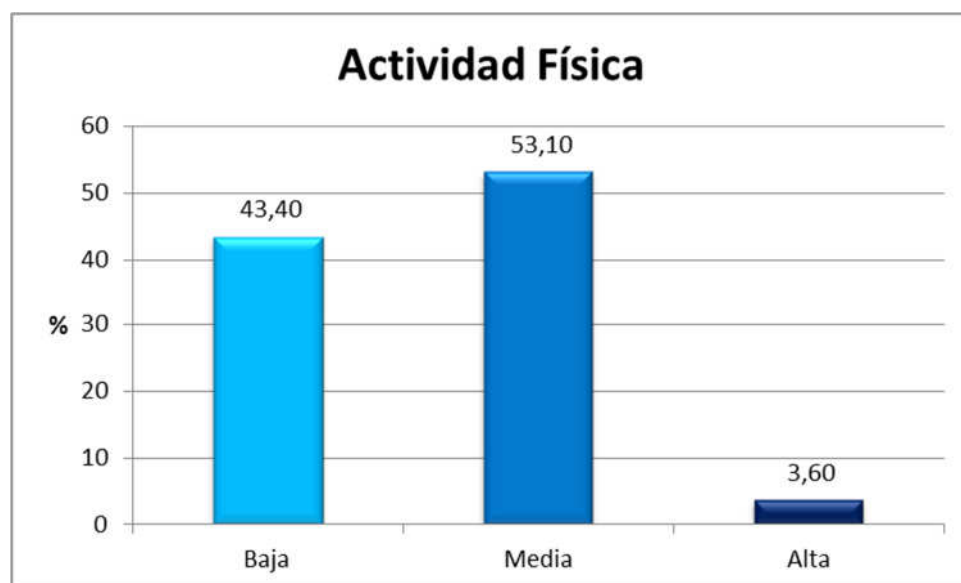


**Figura 26.** Intensidad de ejercicio físico según género.



**Figura 27.** Tiempo dedicado a realizar actividad física según género.

Los resultados obtenidos a partir de los valores de frecuencia, intensidad y tiempo, como se ha indicado en el apartado de material y métodos, se han recodificado utilizando un código de tres números, que muestran que la prevalencia de actividad alta es sólo del 3,60% en la muestra en su conjunto (Fig. 28).



**Figura 28.** Nivel de actividad física en la muestra total.

En la tabla 20, se recogen los porcentajes por categoría en varones y mujeres, en donde se puede apreciar que existen diferencias significativas entre sexos, si bien en la serie masculina la mayoría de los sujetos se incluyen en el grupo de actividad física media y en la serie femenina, se distribuyen entre los niveles bajo y medio.

Nivel de actividad física	Varones	Mujeres	p
Baja	24,50%	50,30%	< 0,001
Media	66,0%	48,30%	
Alta	9,40%	1,40%	

**Tabla 20.** Nivel de actividad física.

## **5.2. Análisis de la composición corporal**

### **Medidas antropométricas directas**

Entre las medidas directas evaluadas se encuentran el peso, la estatura y los pliegues adiposos. En la tabla 21, se presentan los promedios para dichas variables en varones y en mujeres de la muestra general. La aplicación de los test de contraste, muestran diferencias significativas para todas las dimensiones consideradas. En las tablas 22, 23, 24 y 25 se presentan los resultados por grupos de edad, ya que la prueba de ANOVA mostró diferencias significativas para todas estas variables, excepto los pliegues subescapular y suprailíaco, entre todas las categorías de edad. A esta excepción hay que añadir el pliegue bicipital en la categoría de edad 30-39 años.

Variables	VARONES		MUJERES			
	Media	DE	Media	DE	T	p
Peso (Kg)	79,04	11,53	62,98	11,56	14,61	< 0,001
Estatura (cm)	173,76	7,25	159,66	7,24	20,48	< 0,001
Pl. Tricipital (mm)	13,10	6,02	18,15	5,91	8,92	< 0,001
Pl. Bicipital (mm)	8,87	4,54	11,58	5,09	5,74	< 0,001
Pl. Subescapular (mm)	17,70	7,24	17,41	7,26	0,40	0,68
Pl. Suprailíaco (mm)	13,49	6,29	14,21	7,41	0,99	0,32

**Tabla 21.** Medidas antropométricas de tamaño y pliegues en varones y mujeres.

Edad (años)	VARONES		MUJERES			
	20-29					
	Media	DE	Media	DE	T	p
Peso (Kg)	78,17	11,86	60,19	10,57	11,62	< 0,001
Estatura (cm)	175,80	1,41	160,63	5,99	13,20	< 0,001
P. Tricipital (mm)	12,80	2,83	15,98	3,65	5,03	< 0,001
P. Bicipital (mm)	6,30	0,14	9,52	3,99	3,24	< 0,001
P. Subescapular (mm)	12,90	4,10	15,60	8,57	1,61	0,098
P. Suprailíaco (mm)	10,00	0,28	13,33	3,98	1,15	0,878

**Tabla 22.** Medidas antropométricas directas de tamaño y pliegues en los individuos de 20-29 años.

Edad (años)	VARONES		MUJERES			
	30-39					
	Media	DE	Media	DE	T	p
Peso (Kg)	81,68	13,33	62,18	10,72	7,24	< 0,001
Estatura (cm)	175,44	3,42	159,61	5,86	10,65	< 0,001
P. Tricipital (mm)	13,48	5,98	19,17	7,29	3,56	< 0,001
P. Bicipital (mm)	9,00	3,60	10,93	4,22	1,10	0,271
P. Subescapular (mm)	21,00	9,55	19,34	7,55	0,59	0,554
P. Suprailíaco (mm)	13,72	13,72	15,09	4,62	0,15	0,877

**Tabla 23.** Medidas antropométricas directas de tamaño y pliegues en los individuos de 30-39 años.

Edad (años)	VARONES		MUJERES			
	40-49					
	Media	DE	Media	DE	T	p
Peso (Kg)	75,20	9,29	64,97	12,66	3,49	< 0,001
Estatura (cm)	172,70	4,37	161,65	11,01	8,73	< 0,001
P. Tricipital (mm)	14,47	2,42	23,20	4,83	6,60	< 0,001
P. Bicipital (mm)	9,57	2,01	14,15	8,93	3,63	< 0,001
P. Subescapular (mm)	18,27	0,50	20,00	10,03	1,85	0,067
P. Suprailíaco (mm)	12,73	2,00	13,55	7,19	1,70	0,091

**Tabla 24.** Medidas antropométricas directas de tamaño y pliegues en los individuos de 40-49 años.

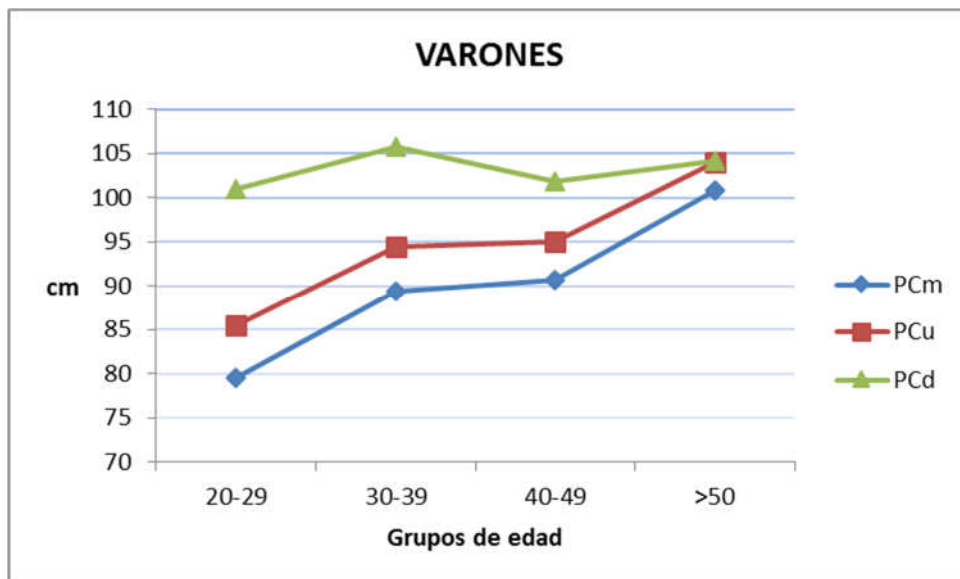
Edad (años)	VARONES		MUJERES			
	> 50					
	Media	DE	Media	DE	T	p
Peso (Kg)	82,51	7,93	66,45	11,61	6,58	< 0,001
Estatura (cm)	169,09	5,42	154,70	5,83	11,33	< 0,001
P. Tricipital (mm)	15,42	5,66	5,97	4,96	3,55	< 0,001
P. Bicipital (mm)	11,03	2,90	13,94	4,96	2,80	< 0,05
P. Subescapular (mm)	21,82	6,15	20,59	7,00	0,81	0,418
P. Supraíliaco (mm)	16,45	5,37	18,16	11,73	0,55	0,584

**Tabla 25.** Medidas antropométricas directas de tamaño y pliegues en los individuos > 50 años.

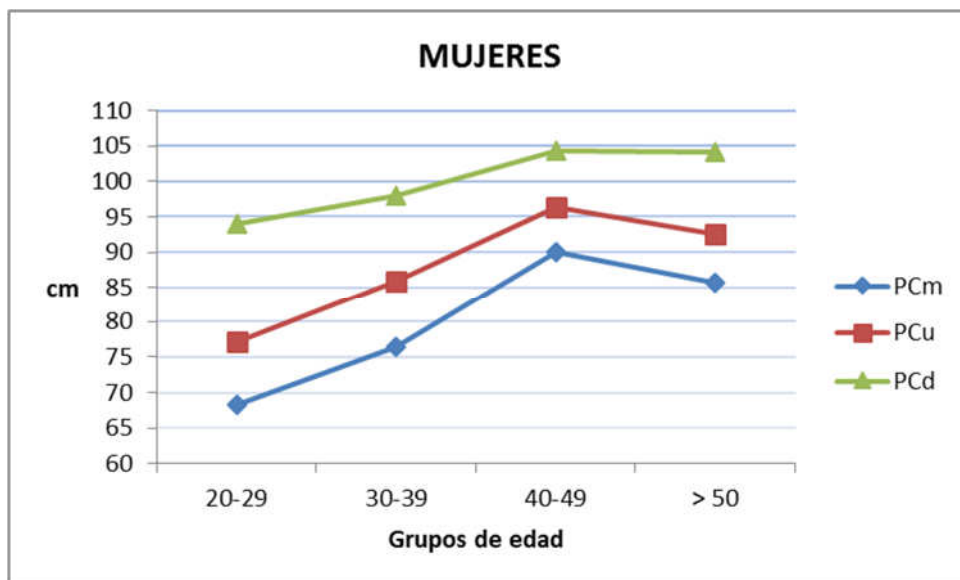
Por otra parte, los promedios de los perímetros de la cintura y de la cadera se han referido para la muestra en su conjunto (Tabla 26) y según grupos de edad y sexo (Figs. 29 y 30).

	VARONES		MUJERES			
	Media	DE	Media	DE	T	p
<b>PCm</b>	88,49	10,48	77,12	11,91	9,47	< 0,001
<b>PCu</b>	92,68	10,76	84,86	12,45	5,93	< 0,001
<b>PCd</b>	99,62	10,31	98,76	7,05	0,90	0,360

**Tabla 26.** Promedios de los perímetros de la cintura (PCm = Perímetro de la cintura mínimo y PCu = Perímetro de la cintura umbilical) y de la cadera (PCd) para la muestra general en su conjunto.



**Figura 29.** Promedios del PC en varones (PCm = Perímetro de la cintura mínimo, PCu = Perímetro de la cintura umbilical, PCd = Perímetro de la cadera).



**Figura 30.** Promedios del PC en mujeres. (PCm = Perímetro de la cintura mínimo, PCu = Perímetro de la cintura umbilical, PCd = Perímetro de la cadera).



Las tablas 27 y 28 que siguen, muestran los valores promedios de los PCm, PCu y PCd por grupos de edad y sexo, mostrando la significación de los cambios ontogénicos que experimentan las tres circunferencias.

VARONES						
	PCm		PCu		PCd	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>20-29</b>	79,50	3,54	85,50	2,12	101,00	4,24
<b>30-39</b>	89,40	8,91	94,40	12,18	105,80	9,01
<b>40-49</b>	90,67	7,23	95,00	6,08	101,83	2,57
<b>&gt; 50</b>	100,79	6,75	103,96	7,82	104,14	4,62
<b>ANOVA</b>	F = 2,134		F = 1,720		F = 0,725	
	p < 0,001		p < 0,05		p = 0,889	

**Tabla 27.** Promedios de PC en varones. PCm = perímetro de cintura mínimo; PCu = perímetro de cintura umbilical y PCd = perímetro de la cadera.

MUJERES						
	PCm		PCu		PCd	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>20-29</b>	68,21	6,01	77,13	8,70	93,96	7,98
<b>30-39</b>	76,43	7,05	85,86	10,22	97,93	8,23
<b>40-49</b>	90,00	18,67	96,38	15,39	104,25	9,07
<b>&gt; 50</b>	85,62	13,12	92,49	12,94	104,10	9,91
<b>ANOVA</b>	F = 3,844		F = 2,977		F = 1,583	
	p < 0,001		p < 0,001		p < 0,05	

**Tabla 28.** Promedios de PC en mujeres. PCm = perímetro de cintura mínimo; PCu = perímetro de cintura umbilical y PCd = perímetro de la cadera.

Ajustándonos a los valores del PCu que utiliza el NIH (98) como criterio para evaluar el RCV, se ha podido comprobar que el 25,50% de los varones y el 26,30% de las mujeres de la muestra, presentarían RCV aumentado (Tabla 29).

Edad		Normal (♂ < 95 cm; ♀ < 82 cm)	RCV aumentado (♂ 95-102 cm; ♀ 82-88 cm)	RCV muy aumentado (♂ > 102 cm; ♀ > 88 cm)
♂	20-29 años	88,40%	8,70%	2,90%
	30-39 años	72,20%	19,40%	6,50%
	40-49 años	86,40%	13,60%	-
	> 50 años	24,00%	44,00%	32,00%
♀	20-29 años	91,40%	3,80%	4,80%
	30-39 años	82,00%	10,00%	8,00%
	40-49 años	67,50%	13,00%	19,50%
	> 50 años	46,20%	17,90%	35,90%
$\chi^2 = 8,685$			p < 0,05	

**Tabla 29.** Frecuencias de RCV en ambos sexos.

## **Medidas derivadas**

### **Método antropométrico de SIRI**

El método antropométrico de Siri (57) parte de la estimación de la densidad corporal que, en el presente trabajo ha sido obtenida a su vez a partir de la medida de los pliegues adiposos subcutáneos.

Se presenta a continuación el análisis de la densidad de la muestra (Tablas 30, 31, 32, 33 y 34), siguiendo las fórmulas de Durnin y Womersley (56), calculadas tanto a partir de dos pliegues adiposos, (tríceps y subescapular), como de cuatro pliegues (bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco), ajustada por grupos de edad y sexo.

Cabe señalar que una prueba de T de Student para muestras pareadas, mostró diferencias significativas entre los resultados obtenidos por ambas expresiones en todos los grupos de edad y en ambos sexos.

	Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE
Densidad (4 pliegues)	1,0563	0,011	1,0520	0,009
Densidad (2 pliegues)	1,0397	0,009	1,0343	0,011

**Tabla 30.** Densidad promedio en la muestra total.

	Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE
Densidad (4 pliegues)	1,0595	0,011	1,0565	0,009
Densidad (2 pliegues)	1,0437	0,013	1,0404	0,011

**Tabla 31.** Densidad promedio en el grupo de 20-29 años.

	Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE
Densidad (4 pliegues)	1,0528	0,012	1,0496	0,007
Densidad (2 pliegues)	1,0362	0,015	1,0307	0,008

**Tabla 32.** Densidad promedio en el grupo de 30-39 años.

	Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE
Densidad (4 pliegues)	1,0569	0,009	1,0484	0,007
Densidad (2 pliegues)	1,0404	0,010	1,0297	0,009

**Tabla 33.** Densidad promedio en el grupo de 40-49 años.

	Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE
Densidad (4 pliegues)	1,0476	0,006	1,0454	0,008
Densidad (2 pliegues)	1,0318	0,008	1,0291	0,009

**Tabla 34.** Densidad promedio en el grupo de > 50 años.

Los promedios de los % GC, MG y MLG según la expresión antropométrica de Siri (57), que se muestran en la tabla 35, se han computado a partir de los valores de la densidad calculada mediante dos y cuatro pliegues. Se puede apreciar que los resultados siguen un patrón regular según el sexo, el % GC y la MG son siempre más elevados en las mujeres que en los varones, mientras que la MLG es más elevada en los varones.

	Varones		Mujeres		p
	Media	DE	Media	DE	
<b>% GC (4 pliegues)</b>	21,92	6,40	32,08	6,24	< 0,001
<b>MG</b>	17,33	6,76	20,21	7,01	
<b>MLG</b>	61,71	7,99	42,77	6,15	
<b>% GC (2 pliegues)</b>	26,18	6,08	28,66	5,39	< 0,001
<b>MG</b>	18,43	7,27	21,09	6,32	
<b>MLG</b>	57,95	6,93	44,55	6,40	

**Tabla 35.** Variables de composición corporal mediante antropometría aplicando las ecuaciones de Durnin y Womersley (56) y Siri (57). Muestra total.

Las tablas 36, 37, 38 y 39, muestran los resultados por grupos de edad y sexo, para 2 y 4 pliegues respectivamente.

VARONES						
EDAD (años)	4 Pliegues					
	% GC		MG		MLG	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
20-29	17,70	4,91	13,84	5,58	64,33	8,30
30-39	23,02	4,64	18,81	6,55	62,87	7,73
40-49	24,28	4,33	18,24	4,81	56,88	5,87
> 50	29,97	3,17	24,73	4,98	57,77	4,35
ANOVA	F = 1,453		F = 1,276		F = 0,596	
	p = 0,071		p = 0,168		p = 0,967	

**Tabla 36.** Variables de composición corporal mediante antropometría aplicando las ecuaciones de Durnin y Womersley (56) para cuatro pliegues y Siri (57). Serie masculina.

VARONES						
EDAD (años)	2 Pliegues					
	% GC		MG		MLG	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
20-29	24,78	6,09	19,37	7,12	58,79	7,77
30-39	28,55	6,92	23,32	8,85	58,35	6,64
40-49	26,11	4,87	19,62	5,53	55,49	5,80
> 50	29,97	3,80	24,73	5,12	57,78	4,50
ANOVA	F = 1,490		F = 1,217		F = 0,506	
	p = 0,049		p = 0,205		p = 0,995	

**Tabla 37.** Variables de composición corporal mediante antropometría aplicando las ecuaciones de Durnin y Womersley (56) para dos pliegues y Siri (57). Serie masculina.

MUJERES						
EDAD (años)	4 Pliegues					
	% GC		MG		MLG	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
20-29	27,13	4,97	16,33	5,83	43,86	5,78
30-39	31,57	3,39	19,63	5,39	42,54	5,75
40-49	34,52	3,40	22,43	6,05	42,53	7,08
> 50	37,87	3,53	25,17	6,26	41,28	5,99
ANOVA	F = 2,926		F = 1,885		F = 1,040	
	p < 0,001		p < 0,001		p = 0,409	

**Tabla 38.** Variables de composición corporal mediante antropometría aplicando las ecuaciones de Durnin y Womersley (56) para cuatro pliegues y Siri (57). Serie femenina.

MUJERES						
EDAD (años)	2 Pliegues					
	% GC		MG		MLG	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
20-29	26,44	5,41	15,92	5,99	44,27	5,84
30-39	30,78	4,18	19,14	5,60	43,03	5,73
40-49	31,21	4,37	20,28	6,01	44,68	7,40
> 50	31,45	4,30	20,90	5,92	45,55	6,73
ANOVA	F = 2,844		F = 1,721		F = 1,314	
	p < 0,001		p < 0,002		p = 0,078	

**Tabla 39.** Variables de composición corporal mediante antropometría aplicando las ecuaciones de Durnin y Womersley (56) para dos pliegues y Siri (57). Serie femenina.

Dado que al aplicar la expresión para el cálculo de la densidad a partir de dos o cuatro pliegues se observaban diferencias significativas, también sucede con la estima del % GC y el resto de los parámetros de composición corporal. En los varones, la adiposidad relativa y total resultan siempre menores cuando se parte de cuatro pliegues y la MLG es mayor, mientras que en las mujeres sucede lo contrario.

## Bioimpedancia eléctrica (BIA)

### Método tetrapolar Bodystat®1500

El % GC y la MG son significativamente más elevados en la serie femenina que en la serie masculina, sin embargo, la MLG es mayor en los varones que en las mujeres. La tendencia observada al analizar serie global (Tabla 40) se mantiene cuando la muestra se desagrega por tramos de edad (Tablas 41 y 42). Los promedios de la impedancia en ohmios ( $\Omega$ ), son concordantes con la mayor adiposidad femenina, ya que mientras el tejido muscular facilita el paso de la corriente eléctrica, el tejido graso opone mayor resistencia a la misma (Tabla 43).

Por otra parte, se aprecia que durante la edad adulta la composición corporal experimenta cambios con la edad que afectan significativamente a los tres componentes analizados (MG, MLG y % GC). En uno y otro sexo se advierte que según se incrementa la edad, la adiposidad total y relativa aumenta mientras que la MLG disminuye, aunque sólo de manera significativa en las mujeres.

	VARONES		MUJERES		p
	Media	DE	Media	DE	
% GC	21,34	7,20	31,75	7,75	< 0,001
MG (kg)	16,87	7,20	20,00	8,37	< 0,001
MLG (kg)	62,17	8,39	42,98	5,79	< 0,001
Impedancia ( $\Omega$ )	501,76	84,78	609,50	86,92	< 0,001

**Tabla 40.** Promedios para los parámetros de composición corporal obtenidos por el método BIA - Bodystat® 1500, en la muestra total.



EDAD (años)	VARONES					
	% GC		MG		MLG	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>20-29</b>	18,48	7,19	14,45	6,89	63,72	9,10
<b>30-39</b>	21,03	5,42	17,18	7,03	64,50	7,73
<b>40-49</b>	23,20	4,68	17,45	5,49	57,66	6,03
<b>&gt; 50</b>	28,37	5,17	23,41	5,26	59,11	6,07
<b>ANOVA</b>	F = 2,584		F = 2,017		F = 0,831	
	p < 0,001		p < 0,05		p = 0,758	

**Tabla 41.** Promedios para los parámetros de composición corporal obtenidos por el método BIA - Bodystat® 1500 en varones, por grupos de edad.

EDAD (años)	MUJERES					
	% GC		MG		MLG	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>20-29</b>	27,26	5,90	16,41	6,77	43,71	5,20
<b>30-39</b>	31,08	6,42	19,33	7,44	42,94	5,30
<b>40-49</b>	35,03	5,71	22,76	7,70	41,78	6,08
<b>&gt; 50</b>	40,21	5,57	26,72	8,33	39,82	6,35
<b>ANOVA</b>	F = 6,546		F = 2,921		F = 1,886	
	p < 0,001		p < 0,001		p < 0,001	

**Tabla 42.** Promedios para los parámetros de composición corporal obtenidos por el método BIA - Bodystat® 1500 en mujeres, por grupos de edad.

	VARONES		MUJERES	
	Impedancia ( $\Omega$ )			
	Media	DE	Media	DE
20-29	508,06	91,56	646,94	80,35
30-39	488,48	78,76	593,85	89,02
40-49	524,40	85,32	564,08	63,09
> 50	471,87	58,54	574,98	83,75
ANOVA	F = 1,50		F = 24,85	
	p = 0,218		p < 0,001	

**Tabla 43.** Promedios de impedancia obtenidos por el método BIA - Bodystat® 1500 tanto en varones como en mujeres, por grupos de edad.

#### Método tetrapolar TANITA® BC- 545

El análisis de las variables derivadas con la BIA obtenida por la báscula TANITA® sigue el mismo patrón que la BIA obtenida por el aparato BodyStat®1500. Tanto en el conjunto de la muestra como en los respectivos grupos etarios, el % GC y la MG son, en promedio, más elevados en la serie femenina que en la serie masculina, y la MLG es mayor en los varones que en las mujeres (Tablas 44 a 46).

	Varones		Mujeres		p
	Media	DE	Media	DE	
<b>% GC</b>	21,31	7,19	31,80	7,62	< 0,001
<b>MG</b>	16,85	7,22	20,03	8,49	< 0,001
<b>MLG</b>	62,18	7,97	42,85	4,69	< 0,001
<b>PO (Kg)</b>	3,10	0,38	2,21	0,25	< 0,001

**Tabla 44.** Promedios para los parámetros de composición corporal obtenidos por el método por el método BIA - Báscula TANITA® BC- 545 en la muestra total.

EDAD (años)	VARONES							
	% GC		MG		MLG		PO (Kg)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
20-29	19,61	1,27	15,33	7,29	62,84	8,81	3,18	0,40
30-39	21,02	8,31	17,17	7,39	64,50	7,60	3,12	0,43
40-49	20,63	3,11	15,52	5,39	59,59	6,65	2,97	0,32
> 50	27,20	5,20	22,45	5,55	60,07	5,37	3,04	0,19
ANOVA	F = 1,654		F = 7,08		F = 2,51		F = 1,565	
	p < 0,05		p < 0,001		p < 0,05		p = 0,203	

**Tabla 45.** Promedios para los parámetros de composición corporal obtenidos por el método BIA - Báscula TANITA® BC- 545 en varones.

EDAD (años)	MUJERES							
	% GC		MG		MLG		PO (Kg)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
20-29	28,89	5,10	17,39	7,75	42,80	4,70	2,25	0,25
30-39	30,47	8,45	18,95	7,66	43,22	3,94	2,20	0,19
40-49	33,01	8,38	21,45	8,40	43,52	4,76	2,20	0,27
> 50	35,81	7,21	23,80	8,51	42,63	4,96	2,17	0,26
ANOVA	F = 2,039		F = 16,03		F = 0,246		F = 1,458	
	p < 0,001		p < 0,001		p = 0,864		p = 0,226	

**Tabla 46.** Promedios para los parámetros de composición corporal obtenidos por el método BIA - Báscula TANITA® BC- 545 en mujeres.

### Método Interactancia de Infrarrojos FUTREX® 5500

Por el método de interactancia de infrarrojos vuelve a repetirse el patrón resultante del análisis por BIA. El % GC y la MG son, en promedio, más elevados en la serie femenina que en la serie masculina, y la MLG es más elevada en los varones. Las tablas 47, 48 y 49, muestran los resultados en conjunto, así como por grupos de edad y sexo.

	Varones		Mujeres		p
	Media	DE	Media	DE	
<b>% GC</b>	21,96	7,24	31,30	6,87	< 0,001
<b>MG</b>	17,36	7,51	19,89	7,04	< 0,001
<b>MLG</b>	61,68	8,01	42,53	6,94	< 0,001

**Tabla 47.** Promedios para los parámetros de composición corporal obtenidos por el método Infrarrojos FUTREX® 5500 en la muestra total.

EDAD (años)	VARONES					
	% GC		MG		MLG	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>20-29</b>	20,97	6,01	16,40	7,23	61,77	8,41
<b>30-39</b>	21,40	8,78	17,48	9,08	64,19	8,89
<b>40-49</b>	21,23	5,36	15,95	4,94	59,16	6,59
<b>&gt; 50</b>	26,59	6,17	21,94	6,25	60,58	5,92
<b>ANOVA</b>	F = 1,229		F = 4,00		F = 1,95	
	p = 0,194		p < 0,05		p = 0,123	

**Tabla 48.** Promedios para los parámetros de composición corporal obtenidos por el método Infrarrojos FUTREX® 5500 en varones.

EDAD (años)	MUJERES					
	% GC		MG		MLG	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>20-29</b>	28,62	5,25	17,23	5,85	42,81	6,55
<b>30-39</b>	32,00	6,89	19,90	6,99	42,36	5,74
<b>40-49</b>	34,47	6,88	22,40	6,53	42,13	7,35
<b>&gt; 50</b>	36,44	6,37	24,22	7,42	42,32	8,20
<b>ANOVA</b>	F = 3,533		F = 2,411		F = 1,017	
	p < 0,001		p < 0,001		p = 0,448	

**Tabla 49.** Promedios para los parámetros de composición corporal obtenidos por el método Infrarrojos FUTREX® 5500 en mujeres.

### Estimación de la hidratación y el metabolismo basal por distintos métodos

Los porcentajes de agua tomados por BIA tanto por la báscula TANITA® como por el aparato BodyStat® y el agua corporal total medida por la interactancia de infrarrojos, son otros parámetros analizados. En la tabla 50, se presentan los resultados de la muestra total, se puede apreciar que los varones están significativamente más hidratados que las mujeres, ya que los porcentajes de agua y agua corporal total son más elevados. Cuando se repite el análisis por grupos de edad y sexo, se respeta el mismo patrón, (Tablas 50, 51 y 52).

	Varones		Mujeres		p
	Media	DE	Media	DE	
<b>% Agua (BodyStat®)</b>	55,64	5,70	50,39	5,99	< 0,001
<b>% Agua (TANITA®)</b>	56,68	4,74	50,92	5,61	< 0,001
<b>Agua Corporal Total (L) (Infrarrojos)</b>	46,96	6,28	33,06	6,02	< 0,001

**Tabla 50.** % de Agua y Agua Corporal total de la muestra.

VARONES						
Edad (años)	Agua corporal (L) (Infrarrojos)		% Agua (BodyStat®)		% Agua (TANITA®)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
20-29	46,78	6,41	56,21	1,48	58,73	3,60
30-39	49,19	6,88	55,95	7,99	56,22	4,42
40-49	44,38	5,46	56,04	3,65	57,53	4,53
> 50	46,06	4,22	53,34	3,98	51,18	2,89
ANOVA	F = 2,395		F = 1,68		F = 12,69	
	p = 0,073		p = 0,172		p < 0,001	

**Tabla 51.** % de Agua y Agua Corporal total por edades, en varones.

MUJERES						
Edad (años)	Agua corporal (L) (Infrarrojos)		% Agua (BodyStat®)		% Agua (TANITA®)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
20-29	33,28	4,82	51,40	4,69	55,06	4,90
30-39	32,78	5,57	51,24	6,54	51,98	4,73
40-49	32,39	6,04	50,67	5,19	49,59	4,62
> 50	33,05	6,48	48,18	5,27	47,48	4,97
ANOVA	F = 0,523		F = 7,750		F = 30,61	
	p = 0,666		p < 0,001		p < 0,001	

**Tabla 52.** % de Agua y Agua Corporal total por edades, en mujeres.

Cabe señalar que los resultados obtenidos para el porcentaje de agua mediante los dos auto-analizadores de BIA son similares para la serie femenina, pero difieren significativamente en la masculina ( $T = 2,030$ ;  $p < 0,05$ ).

En las siguientes tablas 53, 54 y 55, se presentan los resultados del metabolismo basal tomados por BIA tanto por la báscula TANITA® como por el aparato BodyStat®. En consonancia con el mayor tamaño corporal de los varones sus requerimientos metabólicos basales resultan significativamente superiores.

	Varones		Mujeres		p
	Media	DE	Media	DE	
<b>TMB (Kcal) TANITA®</b>	1849,71	238,71	1315,32	143,85	< 0,001
<b>TMB (Kcal) BodyStat®</b>	1915,69	236,35	1407,90	162,27	< 0,001

**Tabla 53.** Tasa Metabólica Basal por diferentes métodos en varones y mujeres.

Se ha observado que la tasa metabólica basal disminuye significativamente con la edad en ambos sexos y que, en términos generales, el valor promedio resulta mayor cuando se analiza con el dispositivo BodyStat® (Varones: T = 5,25; p < 0,001 y Mujeres: T = 17,43; p < 0,001) (Tablas 54 y 55.).

	VARONES			
	TMB (TANITA®)		TMB (BodyStat®)	
	Media	DE	Media	DE
<b>20-29</b>	1910,35	256,59	2013,57	235,48
<b>30-39</b>	1900,46	242,98	1971,17	214,99
<b>40-49</b>	1727,90	205,55	1718,05	170,11
<b>&gt; 50</b>	1718,05	170,11	1750,36	131,19
<b>ANOVA</b>	F = 3,475		F = 10,410	
	p < 0,05		p < 0,001	

**Tabla 54.** Tasa Metabólica Basal por diferentes métodos en varones y grupos de edad.

	MUJERES			
	TMB (TANITA®)		TMB (BodyStat®)	
	Media	DE	Media	DE
<b>20-29</b>	1357,88	120,33	1466,61	152,65
<b>30-39</b>	1316,71	128,96	1448,91	130,35
<b>40-49</b>	1299,24	146,22	1353,46	142,15
<b>&gt; 50</b>	1288,76	162,40	1304,75	140,10
<b>ANOVA</b>	F = 3,092		F = 38,16	
	p < 0,05		p < 0,001	

**Tabla 55.** Tasa Metabólica basal por diferentes métodos en mujeres y grupos de edad.

### Contraste de métodos analíticos de composición corporal

A fin de contrastar los diferentes métodos analíticos de la composición corporal se calculó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) aplicado al % GC. Los resultados de la tabla 56, ponen de relieve que la concordancia es en todos los casos superior a 0,51 (valor moderado), y en la mayoría, por encima de 0,71 (valor bueno). Los métodos que ofrecen resultados más parecidos son los dos de BIA ya que el CCI está en la categoría de concordancia muy buena en el caso de los varones y en el límite con dicha clase en el caso de las mujeres. El resto de los métodos presentan, en general, mayor concordancia en el sexo femenino, donde todos los CCI se clasifican en la categoría de buena, si bien en los varones las cifras son muy próximas.

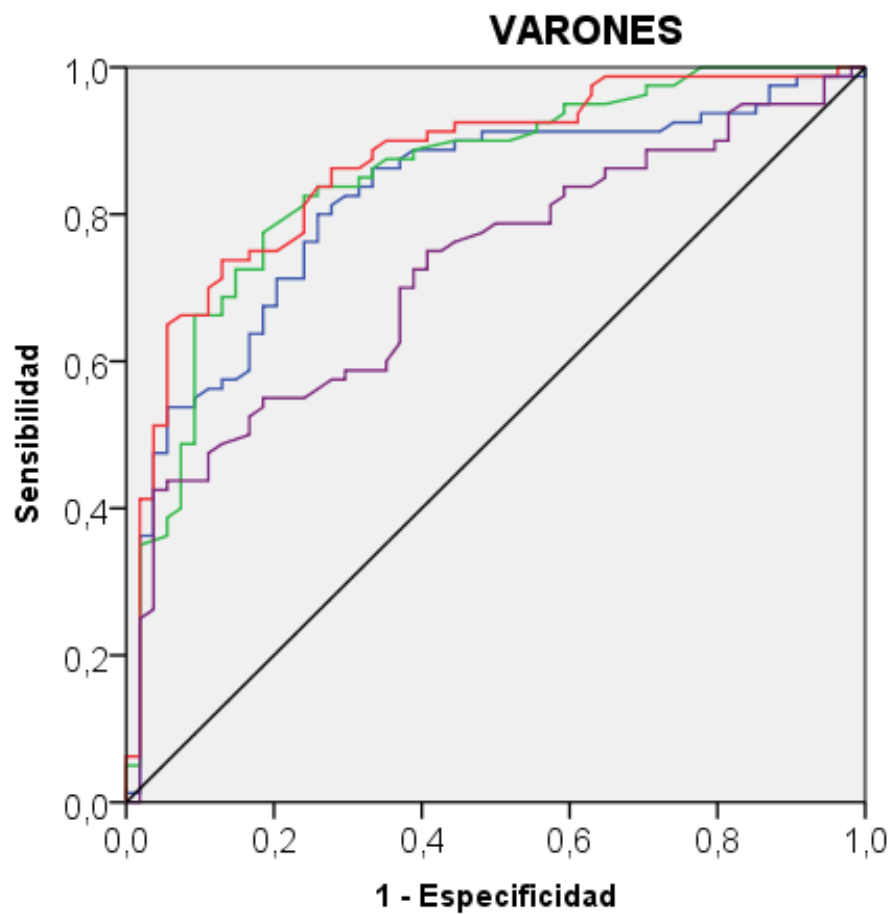


Coeficiente de correlación intraclase							
Métodos		Siri BodyStat®	Siri TANITA®	Siri FUTREX®	BodyStat® TANITA®	BodyStat® FUTREX®	TANITA® FUTREX®
♂	CCI	0,692	0,687	0,680	0,910	0,642	0,704
	LI	0,567	0,559	0,549	0,875	0,505	0,591
	LS	0,781	0,777	0,772	0,934	0,741	0,786
	IC	95%					
♀	CCI	0,768	0,771	0,704	0,892	0,790	0,775
	LI	0,811	0,719	0,636	0,868	0,742	0,724
	LS	0,714	0,814	0,759	0,912	0,829	0,817
	IC	95%					

**Tabla 56.** Valores del coeficiente de correlación intraclase entre los distintos métodos. (CCI = Coeficiente de correlación intraclase; LI = Límite inferior; LS = Límite Superior; IC = Intervalo de Confianza).

Así mismo, para comparar más a fondo la asociación entre los distintos métodos analíticos de la composición corporal y la condición nutricional evaluada a través del IMC se han ejecutado curvas ROC tomando como variable de estado exceso ponderal (IMC  $\geq$  25) y como parámetros de contraste el % GC obtenido mediante los métodos y dispositivos de BIA e interactancia.

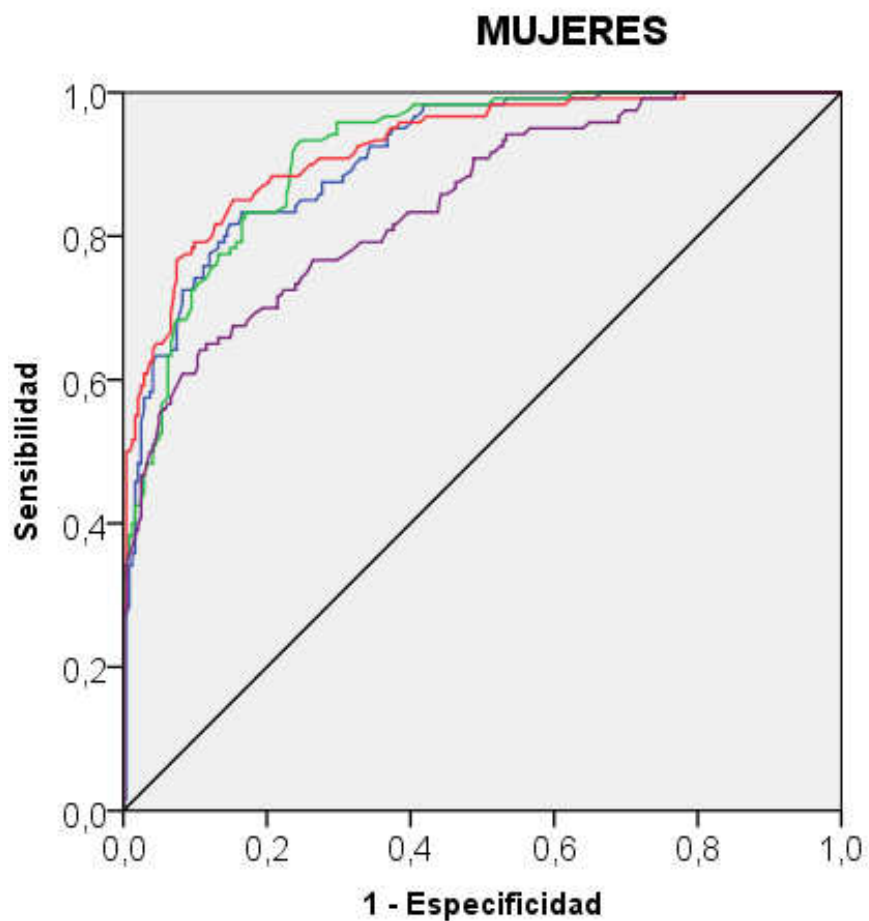
Como se puede observar en las figuras 31 y 32 y como se deduce de las áreas bajo la curva expresadas en las tablas 57 y 58 en ambos sexos, el % GC obtenido con los dos dispositivos de BIA muestra un mayor acercamiento al estado de sobrecarga ponderal definido por el IMC que el método antropométrico de Siri, siendo el % GC derivado del método FUTREX® el que más se aleja. Cabe señalar que en la serie femenina las ABC son más elevadas y prácticamente idénticas entre los métodos de BIA y antropometría.



**Figura 31.** Curvas ROC para varones, en donde las líneas representan: **Azul** = % GC Siri; **Verde** = % GC BodyStat® 1500; **Rojo** = % GC Tanita® BC-545; **Morado** = % GC FUTREX®; **Negro** = Línea de referencia.

Área Bajo la Curva			
Variables de Contraste	Área	Límite Inferior	Límite Superior
% GC Siri	0,820	0,747	0,893
% GC BodyStat®	0,850	0,783	0,917
% GC TANITA®	0,868	0,806	0,930
% GC FUTREX®	0,722	0,637	0,808

**Tabla 57.** Valores del Área Bajo la Curva de las distintas variables de contraste, para varones.



**Figura 32.** Curvas ROC para mujeres, en donde las líneas representan: **Azul** = % GC Siri; **Verde** = % GC BodyStat® 1500; **Rojo** = % GC Tanita® BC-545; **Morado** = % GC FUTREX®; Negro = Línea de referencia.

Área Bajo la Curva			
Variables de Contraste	Área	Límite Inferior	Límite Superior
% GC Siri	0,910	0,880	0,940
% GC BodyStat®	0,917	0,889	0,945
% GC TANITA®	0,923	0,894	0,952
% GC FUTREX®	0,846	0,803	0,880

**Tabla 58.** Valores de Área Bajo la Curva de las distintas variables de contraste, para mujeres.

### **5.3. Otros indicadores para el diagnóstico nutricional**

#### **Índice de Masa Corporal (IMC)**

El análisis del IMC de la muestra revela que la sobrecarga ponderal se incrementa con la edad (Tabla 59). Siguiendo la normativa establecida por la OMS en 2004 (101) y la SEEDO en 2007 (59), se ha podido comprobar que el 54,20% de los individuos se encuentran dentro del normopeso, el 30,40% tienen sobrepeso y el 15,40% son obesos. Si bien la sobrecarga ponderal es significativamente mayor en los varones, ya que hay una mayor proporción de mujeres en la categoría de normopeso (mujeres: 60,50%, varones: 39,60%;  $\chi^2 = 24,96$   $p < 0,001$ ).

	VARONES		MUJERES		p
	Media	DE	Media	DE	
<b>20-29</b>	24,65	0,67	22,18	3,64	< 0,001
<b>30-39</b>	27,83	4,12	24,70	3,95	0,004
<b>40-49</b>	26,95	1,75	28,76	5,41	0,573
<b>&gt; 50</b>	28,94	3,02	27,82	4,70	0,304
<b>TOTAL</b>	26,27	3,73	24,87	4,81	< 0,001

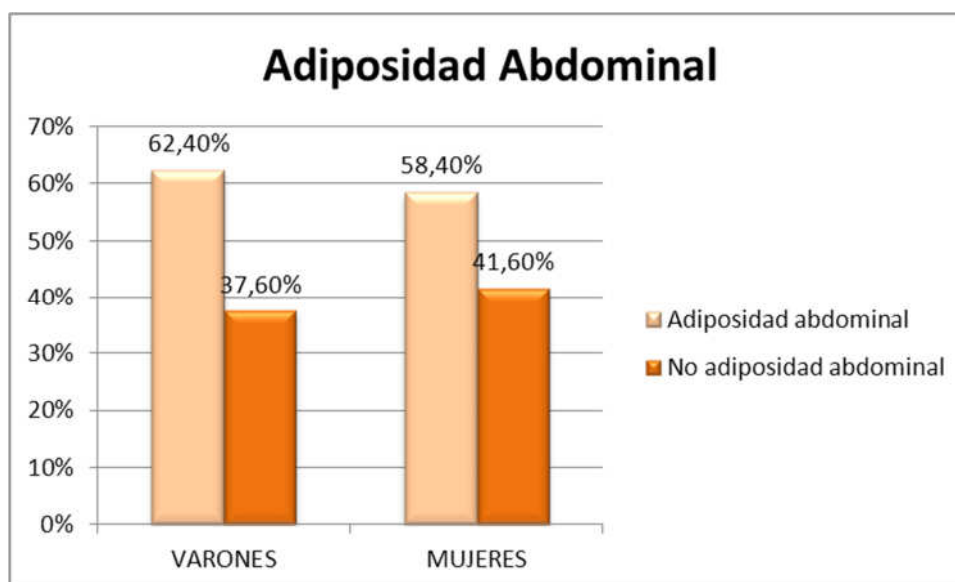
**Tabla 59.** IMC promedio en función del grupo de edad.

## Índice Cintura Talla (ICT)

Según la clasificación de Hsieh *et al.*, (79), el 59,40% de los individuos de la muestra presentan un ICT indicativo de RCV, mientras que el 40,60% no. Considerando el sexo, son los varones los que presentan mayor prevalencia de adiposidad abdominal, 62,40%, frente a las mujeres, que presentan un 58,40% (Tabla 60 y Fig. 33).

	VARONES		MUJERES		P
	Media	DE	Media	DE	
20-29	0,50	0,05	0,48	0,06	0,008
30-39	0,54	0,06	0,52	0,06	0,163
40-49	0,53	0,04	0,56	0,06	0,017
> 50	0,61	0,05	0,59	0,08	0,353
TOTAL	0,53	0,06	0,53	0,08	0,859

**Tabla 60.** ICT promedio en función del grupo de edad y sexo.



**Figura 33.** Prevalencia de adiposidad abdominal según sexo.

La tabla 61 refleja que el ICT se incrementa en función de la sobrecarga ponderal en ambos sexos, si bien la tendencia alcanza significación estadística únicamente en la serie femenina.

	Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE
<b>Normopeso</b>	0,47	0,02	0,48	0,06
<b>Sobrepeso</b>	0,54	0,04	0,56	0,04
<b>Obesidad</b>	0,64	0,04	0,66	0,05
<b>ANOVA</b>	F = 1,403		F = 2,781	
	p = 0,080		p < 0,001	

**Tabla 61.** Promedio del ICT según la categoría nutricional.

### Índice Cintura Cadera (ICC)

La tabla 62 contiene los valores promedio del ICC, que se incrementa con la edad y presenta dimorfismo sexual a partir de los 40 años. Se puede apreciar que las mujeres en todos los grupos de edad superan los puntos de corte propuestos por Seidell y Deerenberg (78) para el RCV alto, mientras que, en el caso de los varones, los promedios se sitúan en las categorías de moderado (entre los 30 y 49 años) o alto (de 20 a 29 y > 50 años).

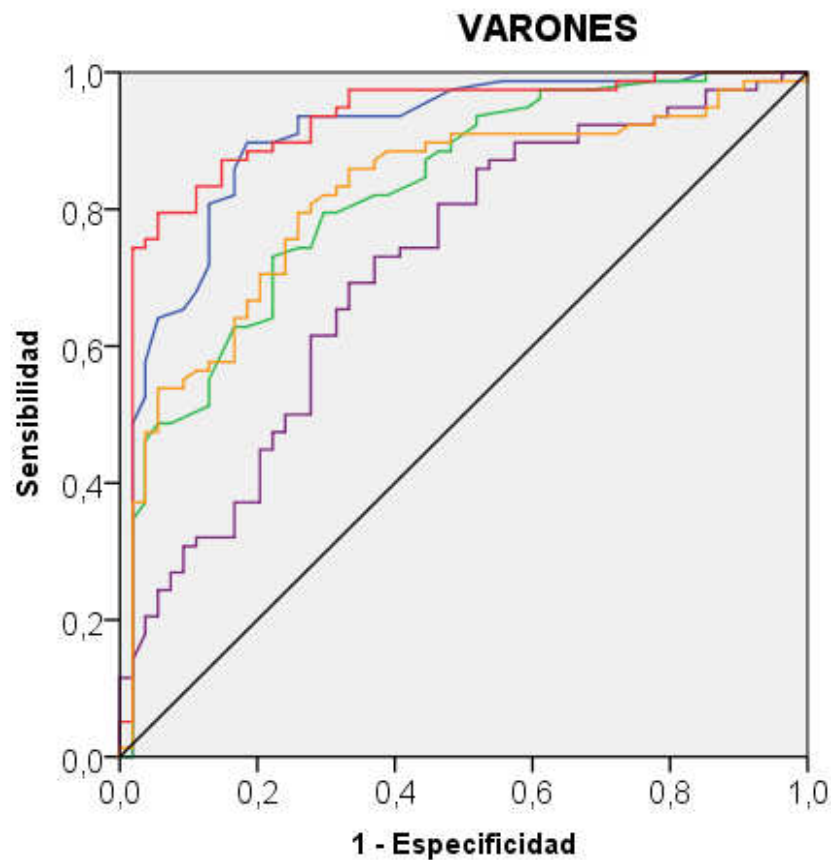
	VARONES		MUJERES		P
	Media	DE	Media	DE	
<b>20-29</b>	0,89	0,06	0,82	0,07	0,875
<b>30-39</b>	0,91	0,05	0,86	0,05	0,119
<b>40-49</b>	0,92	0,03	0,88	0,06	< 0,05
<b>&gt; 50</b>	0,99	0,05	0,88	0,06	< 0,05
<b>TOTAL</b>	0,92	0,06	0,85	0,07	0,311

**Tabla 62.** ICC promedio en función del grupo de edad.

#### **5.4. Eficacia diagnóstica de índices y medidas antropométricas en la identificación de la sobrecarga ponderal**

Con el objetivo de evaluar la utilidad diagnóstica de diferentes medidas antropométricas directas e índices en la identificación de la sobrecarga ponderal, se efectuaron curvas ROC tomando como variable de estado la categoría nutricional de exceso ponderal medida a través del IMC.

Como variables a contrastar se han introducido en el análisis los perímetros umbilical y de cadera, así como el ICT, el ICC y el sumatorio de los cuatro pliegues de grasa subcutánea. Como se refleja en las figuras 34 y 35 y en las tablas 63 y 64, el ICT presenta un Área Bajo la Curva (ABC) de 0,936 en la serie femenina y de 0,927 en la masculina, valor que se halla próximo al ABC del PCu y por encima del correspondiente al ABC del sumatorio de pliegues, del PCd y del ICC que fue el indicador antropométrico con peor resultado en ambos sexos.

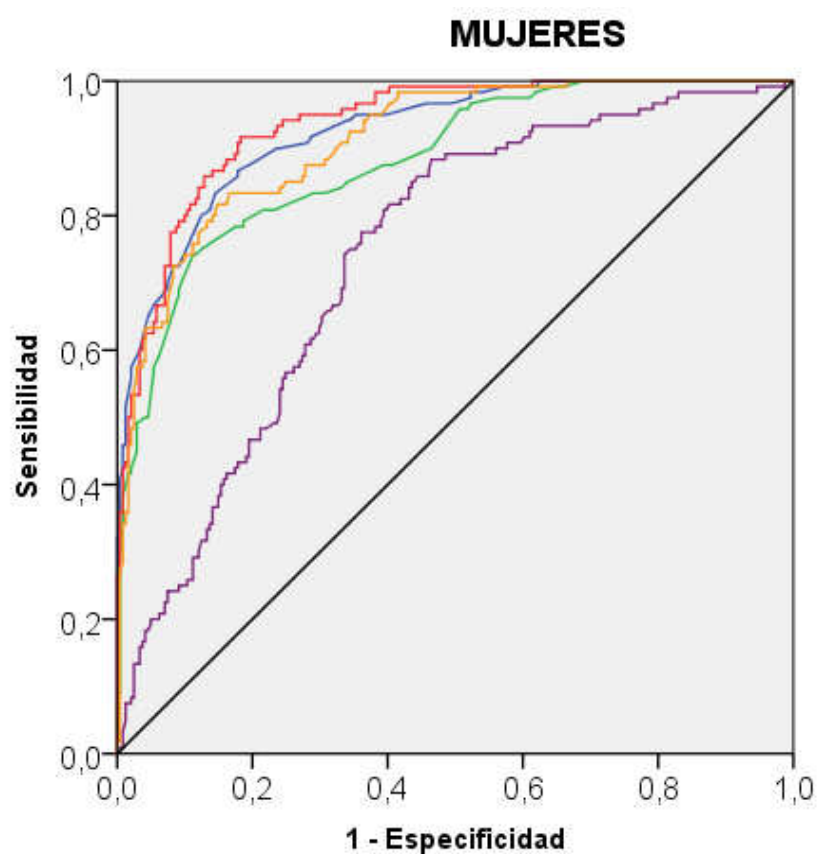


**Figura 34.** Curva ROC para varones, en donde los colores de las líneas representan: **Azul** = PCu; **Verde** = PCd; **Roja** = ICT; **Morada** = ICC; **Naranja** =  $\Sigma$  Pliegues adiposos; **Negra** = Línea de referencia.

Área Bajo la Curva			
Variables de Contraste	Área	LI	LS
PCu	0,906	0,851	0,961
PCd	0,824	0,752	0,895
ICT	0,927	0,879	0,975
ICC	0,715	0,625	0,804
$\Sigma$ Pliegues subcutáneos	0,818	0,744	0,892

**Tabla 63.** Valores del Área Bajo la Curva de las distintas variables de contraste, para varones.  
(LI = Límite Inferior; LS = Límite Superior al 95%)





**Figura 35.** Curva ROC para mujeres, en donde los colores de las líneas representan: **Azul** = PCu; **Verde** = PCd; **Roja** = ICT; **Morada** = ICC; **Naranja** =  $\Sigma$  Pliegues adiposos; **Negra** = Línea de referencia.

Área Bajo la Curva			
Variables de Contraste	Área	LI	LS
PCu	0,924	0,896	0,951
PCd	0,882	0,846	0,918
ICT	0,936	0,912	0,960
ICC	0,741	0,689	0,793
$\Sigma$ Pliegues subcutáneos	0,910	0,880	0,940

**Tabla 64.** Valores del Área Bajo la Curva de las distintas variables de contraste, para mujeres.  
(LI = Límite Inferior; LS = Límite Superior al 95%)

### **5.5. Predicción de la Adiposidad relativa a partir del peso y el ICT**

Las ecuaciones derivadas del análisis de regresión permiten estimar la composición corporal a partir de variables sencillas como el peso y el ICT sin necesidad de recurrir a la medida de los pliegues subcutáneos.

En la tablas 65 y 66 se muestran las ecuaciones que estiman, por tramos de edad y sexo, el % GC tomando como variable dependiente la adiposidad relativa obtenida a partir de la ecuación de Siri. Dichas ecuaciones han sido validadas a partir de los dos tercios de la muestra y, como puede observarse en la tabla 67, los promedios obtenidos mediante el método de Siri y a través del modelo de predicción, son prácticamente idénticos y, por supuesto no presentan diferencias significativas en ninguna de las categorías etarias analizadas.

<b>Ecuaciones de predicción del % GC</b>	
<b>Edad</b>	<b>Varones</b>
<b>20-29 años</b>	% GC = 45,46 x ICT + 0,070 x P - 11,10
<b>30-39 años</b>	% GC = 63,16 x ICT + 0,039 x P - 17,35
<b>40-49 años</b>	% GC = 52,12 x ICT + 0,081 x P - 15,16
<b>&gt; 50 años</b>	% GC = 26,48 x ICT + 0,089 x P - 1,86

**Tabla 65.** Ecuaciones de predicción del % GC por grupos de edad en varones tomando como referente el método antropométrico de SIRI. (P = peso; ICT = Índice de cintura/talla).

Ecuaciones de predicción del % GC	
Edad	Mujeres
20-29 años	% GC = 25,31 x ICT + 0,156 x P - 3,031
30-39 años	% GC = 25,55 x ICT + 0,101 x P + 1,939
40-49 años	% GC = 28,90 x ICT + 0,068 x P + 1,395
> 50 años	% GC = 8,44 x ICT + 0,175 x P + 6,80

**Tabla 66.** Ecuaciones de predicción del % GC por grupos de edad en mujeres tomando como referente el método antropométrico de SIRI. (P = peso; ICT = Índice de cintura/talla).

Validación de las Ecuaciones de predicción del % GC								
		Antropometría SIRI		Valores predichos				
	Edad	Media	DE	Media	DE	N	r	p
♂	20-29 años	17,254	4,930	17,254	3,206	68	0,65**	NS
	30-39 años	20,232	5,346	20,237	4,297	29	0,80**	NS
	40-49 años	18,380	3,990	18,383	2,760	20	0,69**	NS
	> 50 años	22,509	2,717	22,478	1,977	15	0,73**	NS
♀	20-29 años	18,552	4,24	18,529	2,94	179	0,69**	NS
	30-39 años	21,614	3,35	21,604	2,56	47	0,76**	NS
	40-49 años	22,162	3,34	22,174	2,45	69	0,73**	NS
	> 50 años	23,527	3,79	23,509	2,81	68	0,74**	NS

**Tabla 67.** Validación de las ecuaciones de predicción del % GC tomando como referente el método antropométrico de SIRI. \*\*Correlación significativa a nivel  $p < 0,001$ .

En las tablas 68 y 69 se muestran las ecuaciones de predicción de la adiposidad relativa desarrolladas tomando en el modelo de regresión como variable dependiente el % GC obtenido mediante BIA con el dispositivo BodyStat® 1500. Así mismo, en la tabla 70 se muestran los resultados del procedimiento de validación de dichas expresiones. Como puede observarse, al comparar las medias de % GC obtenidas mediante el aparato BIA y el modelo de predicción, salvo en el intervalo de edad 30 a 39 años, de la serie femenina, no se aprecian diferencias significativas.

Ecuaciones de predicción del % GC	
Edad	Varones
20-29 años	% GC = 81,640 x ICT - 0,059 x P - 18,473
30-39 años	% GC = 50,148 x ICT + 0,085 x P - 13,593
40-49 años	% GC = 57,711 x ICT + 0,102 x P - 15,340
> 50 años	% GC = 82,886 x ICT - 0,153 x P - 10,181

**Tabla 68.** Ecuaciones de predicción del % GC por grupos de edad en varones tomando como referente el método BIA BodyStat®. (P = peso; ICT = Índice de cintura/talla).

Ecuaciones de predicción del % GC	
Edad	Mujeres
20-29 años	% GC = 37,793 x ICT + 0,241 x P - 6,098
30-39 años	% GC = 23,535 x ICT + 0,277 x P + 0,719
40-49 años	% GC = 68,153 x ICT + 0,037 x P - 6,373
> 50 años	% GC = 51,603 x ICT + 0,036 x P + 6,254

**Tabla 69.** Ecuaciones de predicción del % GC por grupos de edad en mujeres tomando como referente el método BIA BodyStat®. (P = peso; ICT = Índice de cintura/talla).

Validación de las Ecuaciones de predicción del % GC								
		BodyStat®		Valores predichos				
	Edad	Media	DE	Media	DE	N	r	p
♂	20-29 años	19,44	7,70	17,86	4,08	48	0,63**	NS
	30-39 años	21,47	5,75	20,84	4,18	17	0,85**	NS
	40-49 años	23,78	4,36	23,17	3,08	17	0,63**	NS
	> 50 años	27,59	6,02	27,45	4,23	15	0,77**	NS
♀	20-29 años	26,57	5,39	26,35	3,95	124	0,74**	NS
	30-39 años	32,57	6,05	30,60	4,75	27	0,76**	< 0,05
	40-49 años	35,54	5,76	34,58	4,74	46	0,85**	NS
	> 50 años	39,31	5,34	38,39	3,97	38	0,78**	NS

**Tabla 70.** Validación de las ecuaciones de predicción del % GC tomando como referente el BIA Bodystat®. \*\*Correlación significativa a nivel  $p < 0,001$ .

En las tablas 71 y 72, se muestran las ecuaciones de predicción que corresponden a la estimación del % GC tomando como variable dependiente la adiposidad relativa obtenida a partir del BIA analizado con la báscula TANITA®, mientras que en la tabla 73 se reflejan los resultados obtenidos en la validación de dichas fórmulas aplicadas a dos tercios de la muestra. Salvo en las mujeres entre 20 y 29 años, no se aprecian diferencias significativas entre los promedios obtenidos a partir del método directo y el modelo.

Ecuaciones de predicción del % GC	
Edad	Varones
20-29 años	% GC = 90,852 x ICT - 0,051 x P - 22,698
30-39 años	% GC = 76,018 x ICT + 0,022 x P - 22,499
40-49 años	% GC = 93,504 x ICT + 0,027 x P - 31,306
> 50 años	% GC = 53,410 x ICT + 0,086 x P - 12,980

**Tabla 71.** Ecuaciones de predicción del % GC por grupos de edad en varones tomando como referente el método BIA TANITA®. (P = peso; ICT = Índice de cintura/talla).

Ecuaciones de predicción del % GC	
Edad	Mujeres
20-29 años	% GC = 31,964 x ICT + 0,367 x P - 9,488
30-39 años	% GC = 22,071 x ICT + 0,411 x P - 7,532
40-49 años	% GC = 38,954 x ICT + 0,324 x P - 10,653
> 50 años	% GC = 36,801 x ICT + 0,296 x P - 6,785

**Tabla 72.** Ecuaciones de predicción del % GC por grupos de edad en mujeres tomando como referente el método BIA TANITA®. (P = peso; ICT = Índice de cintura/talla).

Validación de las Ecuaciones de predicción del % GC								
		TANITA®		Valores predichos				
	Edad	Media	DE	Media	DE	N	r	p
♂	20-29 años	19,15	8,08	18,87	4,63	48	0,62**	NS
	30-39 años	19,90	6,56	20,94	4,90	17	0,87**	NS
	40-49 años	21,08	5,88	20,64	4,05	17	0,67**	NS
	> 50 años	25,09	5,49	25,81	2,90	15	0,63**	NS
♀	20-29 años	27,06	6,52	27,79	4,86	132	0,81**	< 0,05
	30-39 años	30,43	6,49	29,89	6,01	30	0,90**	NS
	40-49 años	32,30	7,67	32,04	6,16	52	0,88**	NS
	> 50 años	34,31	6,78	34,31	5,54	84	0,82*	NS

**Tabla 73.** Validación de las ecuaciones de predicción del % GC tomando como referente el BIA TANITA®. \*\*Correlación significativa a nivel  $p < 0,001$ .

Finalmente, en las tablas 74 y 75 se muestran las ecuaciones de predicción del % GC tomando como variable dependiente la adiposidad relativa obtenida mediante interactancia de infrarrojos. Como se refiere en la tabla 76, los resultados de la validación de las fórmulas ponen de manifiesto diferencias significativas tan sólo en la serie femenina para el intervalo de edad entre 20 y 29 años.

Ecuaciones de predicción del % GC	
Edad	Varones
20-29 años	% GC = 64,601 x ICT + 0,027 x P - 14,17
30-39 años	% GC = 99,458 x ICT - 0,077 x P - 26,72
40-49 años	% GC = 28,345 x ICT + 0,159 x P - 6,02
> 50 años	% GC = 34,407 x ICT + 0,184 x P - 10

**Tabla 74.** Ecuaciones de predicción del % GC por grupos de edad en varones tomando como referente el método de interactancia FUTREX®. (P = peso; ICT = Índice de cintura/talla).

Ecuaciones de predicción del % GC	
Edad	Mujeres
20-29 años	% GC = 31,961 x ICT + 0,104 x P + 6,62
30-39 años	% GC = 41,958 x ICT + 0,143 x P + 0,44
40-49 años	% GC = 34,974 x ICT + 0,050 x P + 11,24
> 50 años	% GC = 29,485 x ICT + 0,008 x P + 17,89

**Tabla 75.** Ecuaciones de predicción del % GC por grupos de edad en mujeres tomando como referente el método de interactancia FUTREX®. (P = peso; ICT = Índice de cintura/talla).

Validación de las Ecuaciones de predicción del % GC								
		Infrarrojos		Valores predichos				
	Edad	Media	DE	Media	DE	N	r	p
♂	20-29 años	20,31	7,00	20,31	3,74	48	0,05**	NS
	30-39 años	20,80	9,18	21,44	5,13	17	0,72**	NS
	40-49 años	21,12	4,79	21,13	2,40	17	0,33	NS
	> 50 años	24,71	6,19	25,11	2,23	15	0,30	NS
♀	20-29 años	27,93	6,02	14,73	1,11	125	0,44**	< 0,05
	30-39 años	32,86	5,97	31,46	4,25	27	0,68**	NS
	40-49 años	33,83	6,15	34,25	2,76	46	0,47**	NS
	> 50 años	34,80	7,16	35,43	2,16	38	0,19	NS

**Tabla 76.** Validación de las ecuaciones de predicción del % GC tomando como referente el método de interactancia de infrarrojos FUTREX®. \*\*Correlación significativa a nivel  $p < 0,001$ .







## ***6. DISCUSIÓN -***

---

**Foto:** Rodin's Thinker - Pop Art

**Creado por:** Jmkgifts. Zazzle Art

**Diseñado por:** Genealogy Gifts Store

## **6. DISCUSIÓN**

### **6.1. Caracterización y contextualización de la muestra**

La muestra del presente trabajo, es una muestra de “conveniencia”, que refleja la distribución de la población española de los años 1948 - 1993, periodo en el cual, en España se produjeron desplazamientos masivos de población, tanto en el interior del país como a otros estados europeos, y en los que cerca de 1.500.000 de personas se trasladaron desde ambas Castillas, Extremadura y Andalucía hacia la Comunidad de Madrid y Cataluña principalmente (108). La evolución natural, así como las consecuencias de estas migraciones y el auge de las ciudades, configuraron el balance de la actual distribución de habitantes en las distintas Comunidades Autónomas, hechos que son evidenciados en la composición de la muestra.

A pesar de que los individuos participantes son residentes en la Comunidad de Madrid, en función del origen de los progenitores y abuelos, pueden considerarse como pertenecientes a la población general española. Aunque cabe mencionar, que la mayor parte de los sujetos proceden de las comunidades ubicadas en el centro peninsular y Andalucía, estando menos representadas las comunidades del norte y este de España.

De las tendencias demográficas de finales del siglo XX se debe destacar el progresivo envejecimiento de la población, la rapidez en la instauración de un régimen de muy baja fecundidad y la intensificación y diversificación de los flujos migratorios.

En poco más de 20 años España pasó de tener una de las fecundidades más altas de las regiones europeas a tener una de las más bajas del mundo, como indica el *Índice Sintético de Fecundidad*, (número medio de hijos por mujer en un año determinado), en donde España alcanzó una tasa de 2,1 hijos por mujer en la primera mitad de los años ochenta, y descendió desde entonces hasta alcanzar en 1998 su nivel más bajo, 1,15 hijos por mujer (109). Esta situación queda reflejada en los tamaños familiares de la muestra, ya que el 7,9% de los individuos pertenece a familias de un solo hijo, el 37,8% a familias de dos hijos, y el 25% a las de tres. Por lo que respecta a la cualificación profesional, ligada en buena medida al nivel de estudios, se trata de una muestra con cierto sesgo hacia la educación superior.

En relación con los hábitos alimentarios, cabe subrayar que la evolución del patrón de consumo de alimentos en España ha sido similar a la ocurrida en otros países industrializados. El incremento del consumo medio de Kcal/día no se ha distribuido proporcionalmente y el perfil calórico se ha visto modificado con una mayor contribución de las proteínas y de las grasas a la energía total diaria, en detrimento de la de los hidratos de carbono. El consumo de cereales y derivados muestra una disminución clara y constante entre los años 50 y la década del 2000. También lo hace el de aceites, grasas y el de legumbres, mientras aumenta la ingesta de alimentos ricos en proteínas de origen animal, como son los huevos, la carne, el pescado y los productos lácteos (110).

En los últimos años, los españoles hemos aumentado en gran medida el consumo de productos de elaboración industrial y hemos disminuido el consumo de productos tradicionales en la dieta como el pan, el arroz, las legumbres, etc.

Esta disminución en el consumo, puede deberse a la rápida evolución de los hábitos alimentarios de la población española en los que se observa un abandono de “alimentos básicos”, a favor de otros más elaborados y transformados, y a el desconocimiento respecto a las características que debe tener una alimentación correcta (111).

Según lo publicado en el año 2012 por la *Fundación Española de la Nutrición* (FEN), en nuestro país, el consumo de cereales, verduras y legumbres se encuentra por debajo de las recomendaciones de los expertos, mientras que el consumo de lácteos, pescados, carnes magras, huevos, dulces y embutidos se encuentra por encima de lo recomendado, y son las frutas, el aceite de oliva y los frutos secos los grupos de alimentos que se ajustan mejor a las recomendaciones de la dieta mediterránea (DM) (112).

Sin embargo, cada día se dispone de mayores evidencias científicas sobre el papel protector de la DM en la prevención de enfermedades cardiometabólicas. Entre las primeras investigaciones dedicadas al tema, cabe citar el ensayo francés *Lyon Diet Heart Study* (113), que, a pesar de ciertas limitaciones metodológicas, puso de relieve el papel protector de la DM.

Entre los estudios epidemiológicos más recientes y dedicados a la población española no puede dejar de mencionarse el ensayo PREDIMED (*Prevención con Dieta Mediterránea*) (114), donde se analizan los efectos de la DM en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, en una muestra de 7.447 participantes en las franjas de edad 55-80 años (varones) y 60-80 años (mujeres), sin manifestaciones clínicas de enfermedad cardiovascular (ECV) en el momento de la inclusión, pero con alta probabilidad de sufrirlas por tener tres o más factores de riesgo o Diabetes Mellitus. En dicho estudio se crearon tres grupos con los individuos participantes, de modo que a un grupo se le dio una DM suplementada con aceite de oliva virgen extra, a otro grupo se le dio DM suplementada con frutos secos, y a otro grupo, se le dio una Dieta Baja en Grasas (DBG). A todos los participantes se les pasó una escala validada de 14 ítems de adhesión a la dieta mediterránea (ADM), o una de DBG, en función del grupo asignado (115). Los resultados del estudio PREDIMED, confirmaron que una intervención con DM suplementada con aceite de oliva virgen extra o frutos secos reduce en un 30% el riesgo de padecer una complicación cardiovascular (infarto de miocardio, ictus o muerte cardiovascular). Este efecto protector se atribuye a que la DM mejora el metabolismo de la glucosa, reduce la presión arterial, mejora el perfil lipídico y disminuye los marcadores de oxidación e inflamación relacionados con la arteriosclerosis. Además, estos efectos son independientes de los polimorfismos de los principales genes implicados en los cambios lipídicos o la respuesta inflamatoria, lo que confirma la eficacia de la DM en la prevención de las ECV y los principales factores de riesgo vascular, incluida la diabetes (116). Así mismo, se comprobó (117), que la calidad de la DM se asociaba con un riesgo bajo de obesidad, evaluada a través de indicadores antropométricos como el IMC, PC o ICT (118) en una población de adultos con alto RCV.

En el presente estudio se han podido concretar con carácter general para toda la muestra, y por grupos de edad, las peculiaridades de la dieta y su alejamiento o proximidad en relación al ideal teórico aconsejado representado por la dieta mediterránea, teniendo en cuenta las indudables diferencias en función del sexo y la edad. Para el total de la muestra la puntuación KIDMED promedio obtenida resultó similar en ambos sexos, en concreto de 5,37 puntos para varones y 5,57 para mujeres y no se detectaron diferencias significativas en función de la edad, si bien se observó un mayor porcentaje de varones con dieta óptima a partir de los 40 años.

Son numerosos los estudios que evalúan los hábitos alimentarios con el cuestionario KIDMED, y cuantifican el grado de adhesión a la dieta mediterránea (ADM), en población infanto-juvenil (119, 120), adolescente (120, 121) y universitaria (122, 124), pero pocos los que utilizan dicho cuestionario con la población adulta.

De este modo, Durá Travé *et al.*, (122), analizando estudiantes universitarios navarros de la Diplomatura de Nutrición Humana y Dietética, revela datos muy similares de ADM a los obtenidos en el presente trabajo. Para estos autores, son pocos los estudiantes con baja ADM, (12,9% de los varones y 7,4% de las mujeres), los que tienen una ADM alta no llegan a valores del 30%, (26,3% de los varones, 29,7% de las mujeres), y sin embargo, la mayoría de ellos tienen una ADM media (60,8% de los varones, 62,9% de las mujeres).



Otra investigación efectuada por Navarro-González *et al.*, (123), sobre estudiantes de Grado en Enfermería murcianos, reseñó que el nivel óptimo de ADM, era del 28,4%, sin distinción de sexos, mientras que un 9,1% de los sujetos se incluyeron en un bajo grado de ADM. Las estudiantes universitarias de Magisterio de la Universidad Complutense estudiadas por Egeda-Manzanera *et al.*, (124), presentaron cifras semejantes ya que un 24,5% mostraron una dieta de alta calidad, un 60,4% de calidad intermedia y un 15,1% se clasificaron con un bajo nivel de ADM. Comparando estos resultados con los individuos de 20 a 29 años aquí analizados, se advierte que la proporción de sujetos con un grado de ADM intermedio es muy parecida, si bien en la muestra hay una mayor prevalencia de baja ADM y menor de alta ADM.

Rodríguez-Rodríguez *et al.*, (125) estudiaron la ADM con universitarios de las Facultades de Ciencias (Campus Carauma) y Filosofía y Educación (Campus Cumtba) de La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile), obteniendo una marcada tendencia a la media y baja adherencia, coincidiendo con Durá Travé *et al.*, (122), en que las mujeres tienen mejor adherencia que los hombres, existiendo aparentemente una mayor preocupación por la calidad alimentaria que en el grupo masculino.

Uno de los estudios más importantes sobre la DM en España es el realizado por González *et al.*, (126) sobre la cohorte del *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition* (EPIC) en el que se analizaron un total de 25.814 mujeres y 15.635 varones entre 29 y 69 años. Se utilizó un cuestionario muy detallado que recogía la frecuencia de consumo y cantidad en gramos de los productos encuadrados en el patrón mediterráneo.

Las conclusiones fueron que los hombres presentaban un mayor grado de ADM y que ésta aumentaba con la edad, tendencia que en parte se refleja en el presente estudio en el que, como se ha comentado, la proporción de varones cuya dieta se considera óptima aumenta significativamente a partir de los 40 años. Por lo que respecta a las diferencias de consumo entre sexos, también existe una coincidencia en el mayor consumo de lácteos en las mujeres.

Otro estudio con una amplia muestra de 11.742 españoles mayores de 18 años pertenecientes al proyecto ENRICA (*Estudio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular en España*) es el publicado por León- Muñoz *et al.*, (127) en el que utilizando un cuestionario denominado MEDAS (*Screening de Adhesión a la Dieta Mediterránea*), evalúan el grado de conformidad a la ADM, reseñando que el 12% de la población alcanza una estricta conformidad con la DM, y el 46% una modesta conformidad con la misma.

Villalón *et al.*, (128), utilizando como herramienta de valoración el cuestionario KIDMED, en una muestra de 291 sujetos residentes en la provincia de Murcia y con edades entre 40 y 70 años, encuentran que la calidad de la dieta se incrementa significativamente con la edad, ya que la media del índice KIDMED es de 7,8 puntos entre los 40 y 50 años, de 8,3 puntos en la siguiente década y de 11,4 puntos de los 60 a 70 años, sin diferencias por sexo.

La población murciana de 40-50 años y los mayores de 50, no alcanzan las recomendaciones de consumo de alimentos que constituyen la base de la pirámide de la DM, alejándose bastante del patrón, ya que tan solo entre un 22,9% y un 28,8% apenas toma diariamente más de una ración de verduras al día. El consumo de verduras es mucho más importante en la muestra del presente trabajo, ya que el 45% de los varones y el 50% de las mujeres de 40-49 años consumen más de una verdura al día; no obstante, en los mayores de 50 años, los porcentajes se asemejan bastante a los obtenidos por Villalón *et al.*, (128), ya que tan solo el 20% de los varones y el 31,2% de las mujeres consumen más de una verdura diariamente; de frutas (solo entre el 21,4%-23,7%) toman dos o más piezas de frutas al día, sin embargo, en la muestra, el consumo de más de una fruta diariamente es mucho más elevado tanto en varones como en mujeres de la década de los 40 años, 65% y 59,4% respectivamente, y también lo es, en los mayores de 50 años, siendo mucho más elevado el consumo (66,7% y 67,6% respectivamente).

Según la *Fundación Española de la Nutrición* (FEN), en un estudio realizado desde el año 2000 al año 2008, el consumo de verduras y hortalizas ha ido aumentando por ser un grupo de alimentos con bajo valor energético y elevado contenido en agua, fibra, vitaminas y minerales, el consumo de frutas ha experimentado un ligero incremento, probablemente por su relación con una alimentación saludable, y el consumo de legumbres muestra escasas modificaciones (112). El consumo de frutas y verduras en la muestra del presente trabajo es superior a la media nacional ya que conforme a la *Encuesta Nacional de Salud* (ENSE), en España en los años 2011 y 2012, un 61,40% de la población consumió frutas a diario y un 45,80% verduras a diario (129).

El consumo de leche en la muestra aquí analizada (76,4% y 82,9% en varones y mujeres) es ligeramente inferior al observado en el mencionado estudio de Villalón *et al.*, (128), en el que entre el 88,4% y el 91,3% de los sujetos, según edad, afirmaban desayunar un lácteo al día. Sin embargo, el consumo de yogur y o queso de la presente muestra es bastante superior al reseñado para los sujetos murcianos que no alcanzaba el 20%, hecho que compensa la ingesta total de productos de origen lácteo. En el presente estudio, el consumo de bollería industrial resulta inferior, sobre todo en la serie femenina, a lo reportado por Villalón *et al.*, (128), que dan cifras de entre el 50 y 60% según el grupo de edad. Los sujetos aquí analizados consumen también en mayor proporción aceite de oliva.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la actividad física realizada por los individuos ya que la inactividad, según la OMS, constituye el cuarto factor de riesgo de mortalidad en todo el mundo siendo responsable del 6% de las defunciones a nivel mundial repercutiendo en la salud general de la población, en la prevalencia de enfermedades no transmisibles (ENT) y en sus factores de riesgo, casi igualándose al mismo nivel que el sobrepeso y obesidad que representan un 5% de la mortalidad mundial (130).

En España, en los últimos 50-60 años, la población ha adoptado estilos de vida cada vez más sedentarios como consecuencia de la urbanización progresiva, el transporte motorizado, las nuevas tecnologías, el ocio pasivo, las nuevas formas de trabajo, la televisión, ordenador, videojuegos, etc... que hacen la vida más cómoda pero sedentaria (131), aunque se ha observado que existe un elevado interés por el deporte convirtiéndose en la actividad preferida por los individuos (132), ya que establece relaciones positivas con otros hábitos saludables (133, 134).

En general, en la muestra aquí analizada, el 20,4% de los individuos practican ejercicio físico al menos una vez a la semana, el 62,3% practica algún tipo de ejercicio y el 17,3% no realiza nunca ninguna actividad física, aunque se debe destacar que son los hombres quienes practican más ejercicio que las mujeres, tal vez por autosuperación, relación con otros varones y por competición, mientras que las mujeres realizan ejercicio principalmente para mejorar su imagen corporal (135).

Estos datos son un poco más bajos a los recogidos en un estudio realizado por la *Comisión Europea* a 27.000 ciudadanos de los 27 países miembros a finales del 2009, en donde se concluyó que el 40% de los ciudadanos de la *Unión Europea* hacía deporte al menos una vez a la semana y el 65% practicaba alguna forma de ejercicio físico, siendo el 25% prácticamente inactivos (136). Existe un creciente sedentarismo, según la ENSE, entre los adultos españoles, cuatro de cada 10 personas (41,30%) se declara sedentaria y no realiza actividad física alguna en su tiempo libre, uno de cada tres hombres (35,90%) y casi una de cada dos mujeres (46,60%) (129). En la muestra, el 20,60% de las mujeres y el 8,50% de los varones no hace nunca ejercicio físico.

En otro estudio europeo en el que participaron 15 países de la Unión Europea, con 15.239 sujetos, promovido por el IEFS (*Institute of European Food Studies*), y en donde se seleccionaron aproximadamente 1000 adultos españoles, España obtuvo el resultado de que el 64% de individuos practicaban alguna actividad física en su tiempo libre, aunque según este estudio, los ciudadanos del norte de Europa son más activos que los de los países mediterráneos como ocurre con nuestro país (137).

Sin embargo, según los datos del *Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad*, uno de los comportamientos y hábitos saludables más populares de los españoles en los últimos años ha sido el ejercicio físico, y según las estimaciones realizadas desde las *Encuestas Nacionales de Salud* españolas llevadas a cabo durante el año 2011, el 44,6% de la población adulta (39% de los varones y 49,9% de las mujeres), se declaró inactiva físicamente durante su tiempo libre, porcentaje que ha ido disminuyendo con el paso del tiempo ya que en 2009, el 54,4% de encuestados manifestó no realizar todo el ejercicio físico deseado (57,3% en los hombres y 51,5% en mujeres) especialmente las mujeres menores de 45 años y los hombres entre 25 y 44 años. El motivo más frecuente declarado fue la falta de tiempo (49%), superior entre las mujeres (51,1%) que entre los hombres (46,8%), seguido de la falta de fuerza de voluntad, aunque los motivos varían también en función de la edad. Las personas mayores de 65 años declaran mayoritariamente problemas de salud y el 36,5% de los jóvenes de 16 a 24 años manifiesta no tener fuerza de voluntad para realizar ejercicio (138).

A pesar de todo, existen diferencias que, tal y como han sido detectadas en numerosas investigaciones (139, 140), se incrementan al comparar el nivel de actividad física de hombres y mujeres. En general, la mujer se ha incorporado más tarde a la práctica deportiva y, cuando lo ha hecho, ha sido limitando su participación a determinadas modalidades (135), pero también hay que destacar en otra línea de investigación, aquellos trabajos que hacen referencia a las diferencias en la motivación del nivel de actividad física observadas entre varones y mujeres como los de Lee *et al.*, (141), en donde explican que las mujeres son más sedentarias porque no les gusta la competición y muestran una mayor preferencia por las actividades de carácter más cooperativo y menos individualista, mientras que los varones se centran en actividades de carácter más activo y competitivo.

Esta disparidad es especialmente marcada en el grupo de 20 a 29 años de edad en la muestra, ya que un 64,2% de los varones realiza actividad física fuerte frente a un 57,4% de las mujeres. Mientras que en las décadas de los 30 a los 40 años, el nivel de actividad física disminuye, para volver a aumentar en los mayores de 50, en donde se invierte el nivel de actividad física, siendo un 33,8% de las mujeres quienes realizan una actividad física fuerte frente al 22,6% de los varones. Sin embargo, el tiempo dedicado a la actividad física ha resultado ser elevado, siendo un 75,5% de los varones y un 53,10%, de las mujeres quienes dedican más de 30 minutos a la realización de ejercicio físico.

Los datos de la muestra se ajustan muy bien con los recogidos por el *Consejo Superior de Deportes*, ya que según este organismo, los españoles hacen cada vez más ejercicio físico de forma regular y entre los años 2005 y 2010 el porcentaje de ciudadanos entre 15 y 75 años que lo practican, ha pasado del 37 al 43% (142), mientras que en esta muestra los porcentajes son muy similares, se está de acuerdo en que la actividad física se ha convertido en un factor determinante en el consumo de energía, por lo que es fundamental para conseguir el equilibrio energético y el control del peso siempre acorde con las posibilidades individuales. Además, la práctica de ejercicio físico se asocia a una disminución de la mortalidad global y a un aumento de la esperanza de vida entre 2 y 3 años sobre la media poblacional (143, 144).

## **6.2. Análisis de la composición corporal**

La composición corporal es una característica dinámica de los seres humanos que varía en el transcurso del tiempo y en función de la edad y sexo de los individuos, viene determinada tanto por factores endógenos, no modificables, como por factores exógenos sobre los que el individuo puede actuar. Su valoración, está adquiriendo un protagonismo creciente en los últimos años, con aspectos tan relevantes por su impacto en la sociedad, como el aumento de personas mayores de 65 años, el aumento de personas con sobrepeso, obesidad, anorexia o que simplemente quieren hacer dieta por motivos estéticos, y el papel de la nutrición en la morbimortalidad especialmente en relación a patologías cardiovasculares.



Las variables peso y estatura de los individuos de la muestra han constatado las diferencias físicas de tamaño corporal existentes entre los varones y las mujeres que son propias del dimorfismo sexual de nuestra especie, que no obstante no es idéntico en todos los grupos humanos ya que, está asociado a factores ambientales entre los que la nutrición durante la etapa de crecimiento es decisiva (145). Estudios de carácter secular que han efectuado una revisión sobre esta temática han puesto de relieve que la estatura muestra diferencias máximas entre varones y mujeres en las sociedades que corresponden a una situación de desarrollo más propicia (146). En la muestra del presente trabajo y, en consonancia con esta hipótesis, el mayor dimorfismo para la estatura se observa en el grupo de menor edad (20-29 años) que se supone ha crecido en condiciones socioeconómicas más favorables.

Los pliegues de grasa subcutánea, como era de esperar, reflejan que las mujeres tienen mayor adiposidad absoluta en las distintas localizaciones anatómicas. El perímetro de la cintura, en especial a nivel umbilical, también es informativo de la adiposidad abdominal y se relaciona estrechamente con el riesgo de enfermedades cardiovasculares. La medición de esta circunferencia ha servido para clasificar a los individuos según el patrón de acumulación de grasa en dos modelos: el de distribución central también denominado abdominal o androide, y el modelo de distribución periférica o ginoide, cuando el PCu no rebasa los límites establecidos por diversos organismos nacionales como la NCEP (12), europeos como el EGIR (13) o internacionales como la IDF (14). En el caso de los individuos de la muestra, los promedios de PCu son más elevados en los varones que en las mujeres, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas.

Al separar por grupos de edad, se pone de relieve que las mujeres, a partir de los 40 - 49 años, manifiestan una acusada tendencia a un incremento del perímetro de la cintura, lo que concuerda con los datos publicados recientemente (147) en población española, que sitúan la prevalencia de obesidad central en un 62,5% para las mujeres frente al 34,1% de los varones, a partir de los 65 años, por lo que, en sujetos de cierta edad, no se puede considerar que los patrones de distribución de grasa sean específicos de género, ya que durante el envejecimiento tiene lugar un proceso de redistribución del tejido adiposo.

Utilizando los criterios del NIH (98) para conocer el RCV a partir de esta variable, se ha podido comprobar que un 25,50% de los varones y un 26,30% de las mujeres de la muestra en general, presentan de acuerdo a este criterio, RCV aumentado. Considerando los últimos grupos de edad, el RCV muy aumentado es del 55,45% en la serie femenina frente al 32% en la masculina.

La variabilidad del agua corporal total (ACT), de la masa libre de grasa (MLG) o peso magro y de la adiposidad relativa (% GC), a través de los grupos de edad, refleja las asociaciones esperadas con la edad y el sexo. Los promedios obtenidos en las diferentes categorías de edad, muestran las diferencias sexuales en la evolución de los constituyentes del cuerpo o de los cambios que ocurren durante la edad adulta con el proceso de envejecimiento (148).

Cabe señalar que, en la ontogenia humana, los cambios en la composición corporal comienzan desde la etapa fetal, aunque se hacen más pronunciados durante la pubertad (149) y se ven afectados por numerosos factores, como la actividad física, la nutrición o el estado de salud.

Existe consenso entre investigadores, al considerar que masa corporal aumenta a lo largo de la vida, conforme se incrementa la edad (150) y disminuye o permanece estable con la senectud (151). Aunque el momento en que comienza el declive varía entre estudios (151, 152), se ha demostrado que el descenso del peso corporal, en condiciones no patológicas es durante la senescencia, inferior al 0,4% anual (153).

Pero entre los expertos se cuestiona que la pérdida de peso que tiene lugar durante el envejecimiento, como sobre todo la que se produce intencionadamente, pueda acompañarse de una disminución excesiva de masa libre de grasa que comprometa el estado de salud. En este sentido, ciertos autores (154, 155) consideran aceptable la disminución de MLG, cuando no supera el 25% del peso total perdido. Sin embargo, otros investigadores como Dixon *et al.*, (156), basándose en modelos predictivos de composición corporal en adultos con sobrepeso y obesidad, han demostrado que la pérdida de masa libre de grasa puede ser mayor, llegando a constituir entre el 35-40% (en varones) y entre 30-35% (en mujeres) del peso total perdido. De esta situación comentada, se deriva el interés por establecer valores referenciales para el componente graso y magro a lo largo del ciclo vital en la edad adulta, ya que la sarcopenia puede ser un problema relacionado tanto con el adelgazamiento intencionado como con los cambios propios del envejecimiento.

El % GC promedio para el conjunto de la muestra, obtenido por antropometría y mediante la ecuación Siri (57) para cuatro pliegues es de  $21,48 \pm 6,40$  para los varones y de  $31,43 \pm 6,24$  para mujeres, ligeramente más elevado que los % GC promedio calculados mediante BIA, (utilizando el monitor BodyStat® 1500 y la báscula TANITA® BC-545) y prácticamente idénticos a los obtenidos por interactancia de infrarrojos. Considerando los grupos de edad separadamente, las diferencias son de mayor alcance, si bien no superan el 5% en ningún caso.

Estas variaciones podrían atribuirse a las diferencias en los modelos de regresión de las ecuaciones empleadas en los equipos de BIA e interactancia y no publicadas por los fabricantes por considerarlas un secreto comercial (157, 158, 159) y a que los diferentes métodos se fundamentan en supuestos distintos: la antropometría estima la densidad corporal a partir del sumatorio de pliegues cutáneos para luego calcular los % GC y MLG. Por el contrario, el análisis de impedancia bioeléctrica estima el contenido de agua corporal total a partir del índice de bioimpedancia, para luego calcular los porcentajes de MLG y grasa corporal (160).

Con independencia de la metodología utilizada para su estima, el análisis de la composición corporal muestra que el % GC aumenta con la edad, tanto en varones como en mujeres, de los treinta años en adelante. La masa grasa (MG) sigue el mismo patrón de incremento que la masa corporal total, aumentando también con la edad a un ritmo semejante al descrito en estudios de tipo longitudinal, como el *Fels Longitudinal Study* realizado por Guo *et al.*, (150) en una muestra de 102 varones y 108 mujeres norteamericanos de origen caucasoide entre los 40 y los 66 años de edad. En otro estudio también longitudinal como el de Hughes *et al.*, (161) con una muestra de 141 individuos de ambos sexos, se estima que el incremento anual medio de MG se sitúa entre el 0,3 y 0,4 Kg al año, en varones y mujeres respectivamente, cifras en un rango similar a las del presente estudio.

Por su parte y también con independencia de la técnica analítica, se advierte una tendencia al descenso de la MLG, tanto en términos absolutos como relativos, en los mayores de 50 años y que es de mayor calado en la serie femenina. Diversos autores atribuyen esta situación a la reducción del músculo esquelético y a la densidad mineral ósea (DMO) que es algo más precoz en las mujeres a consecuencia de la menopausia. En ambos sexos, el proceso se acelera a partir de los 60 años y entonces, la pérdida parece ser más pronunciada en hombres que en mujeres (152, 153). Estudios más recientes informan que si bien la pérdida de masa muscular relativa es más temprana, situándose a la edad de 30 años, la masa muscular absoluta no comienza a descender hasta la quinta década de la vida (140), lo que concuerda con los resultados del presente estudio.

Además, se ha observado que esta pérdida puede ser independiente al peso corporal del sujeto, por lo que el mantenimiento de una masa corporal estable podría reflejar un enmascaramiento del descenso de la masa muscular que se sitúa entre un 0,5 y un 2% por año (141). Con todo, el efecto del ejercicio resulta fundamental para frenar dicho proceso como han demostrado Raguso *et al.*, (162).

Strugnell *et al.*, (163) realizaron un análisis de 8.582 adultos australianos, para describir los niveles de referencia y examinar la influencia de la edad y el género en la masa grasa, masa libre de grasa y masa muscular esquelética mediante BIA, y comprobaron que en varones, la masa libre de grasa alcanzó su valor máximo a los 38 años y 6 años más tarde en las mujeres, con una pérdida relativa similar en ambos sexos, a partir de entonces, el componente graso presentaba una relación curvilínea con la edad tanto en la serie masculina como en la femenina.

En el presente estudio se han utilizado dos aparatos de BIA, el BIA-BodyStat® 1500 y la báscula TANITA® BC- 545, con los que se ha comprobado que el % GC aumenta con la edad tanto en los varones como en las mujeres; mientras que la MLG, aumenta desde los 20 hasta los 39 años, para disminuir a partir de los 40 años en adelante en el caso de los varones y por ambos métodos; sin embargo, en las mujeres aumenta desde los 20 hasta los 49 años, para disminuir a partir de los 50, patrón de variación que coincide con el mencionado estudio efectuado en población australiana (163).

Por lo que respecta al componente esquelético, la variabilidad ontogénica del peso óseo se ha puesto de relieve mediante el análisis BIA efectuado con el dispositivo TANITA® BC-545. El hueso es un tejido que permanece activo a lo largo de la vida a través de su continua formación y reabsorción (147). Sin embargo, la edad es el determinante más importante de la densidad mineral ósea (DMO) que disminuye de manera acelerada durante el proceso de envejecimiento tanto en mujeres como en varones (164). Diferentes investigaciones manifiestan que la pérdida ósea en los mayores de 50 años, es aproximadamente del 30% en el hombre y del 50% en la mujer. Ello es debido a diversos factores relacionados con el déficit estrogénico, el envejecimiento global del osteoblasto, la disminución de la absorción de calcio, o la deficiencia de vitamina D por falta de hidroxilación renal de esta hormona, el aumento de los niveles de parathormona y la disminución de calcitonina (165).

En la muestra del presente estudio, se ha podido observar una tendencia a la disminución del peso óseo con la edad, obteniéndose valores promedio que van aminorando levemente desde los 20-29 en adelante y que son significativamente más elevados en los hombres que en las mujeres.

Cabe subrayar, por otra parte, que no sólo el peso óseo, sino también otros componentes como la MLG y el % GC correlacionan positivamente con la DMO, como demostraron Kang *et al.*, (166) analizando varones sanos del norte de China pudiendo resultar buenos indicadores predictivos del contenido mineral del hueso, particularmente en sujetos con normopeso.

Por otra parte, diversos autores se han ocupado de evaluar los cambios entre la densidad mineral ósea y el grado de hidratación, como Costi *et al.*, (167) que estudiaron la relación entre de la ingesta de calcio a través de la toma de agua mineral y la densidad mineral ósea en un grupo de mujeres italianas perimenopáusicas. Como resultado obtuvieron que una ingesta diaria abundante de agua mineral, se convierte en un factor muy importante para mantener la masa ósea después de la menopausia.

Por lo que respecta al componente hídrico, cabe señalar que se trata de un elemento de notable variabilidad ontogénica. El agua es el componente más abundante del organismo (entre el 50% y el 80% del peso corporal total) y se ubica tanto a nivel intracelular como extracelular, varía en función de la edad, del sexo, de la masa muscular, del tejido adiposo y del estado de hidratación (44, 168) y participa de forma directa en numerosas funciones del organismo, tales como la termorregulación, el transporte de nutrientes a las células, la eliminación de sustancias de desecho, la lubricación de las articulaciones o la regulación de los electrolitos en sangre (169,170).

En el lactante el agua puede constituir el 75% del peso corporal, si bien este porcentaje disminuye progresivamente desde el nacimiento a la vejez, siendo la reducción más pronunciada en los primeros 10 años de vida (171). En los adultos, la masa magra es aproximadamente un 70-75% agua, siendo entre el 10 y el 40% del tejido adiposo (172).



Los valores promedio de ACT como porcentaje del peso total corporal, obtenidos en la muestra mediante BIA, (aparato (BodyStat® y monitor TANITA®), se ajustan muy bien a los obtenidos por Altman *et al.*, (173, 174), tanto para varones como mujeres entre 19 y 50 años. Así mismo, se hallan en el ámbito de variación de los reportados por el III estudio de la *National Health and Nutrition Examination Survey*, (NHANES III), para sujetos del mismo intervalo de edad. Los autores mencionados (174) reseñaron como valores de referencia, entre 55-60% del peso en los varones y entre el 45-55% en las mujeres, debido a que la proporción hídrica resulta menor en el tejido adiposo (más abundante proporcionalmente en el sexo femenino) que en el tejido muscular (proporcionalmente más representado en el sexo masculino).

En la muestra del presente estudio se constata que los niveles de hidratación relativa, mayores siempre en los varones, decrecen significativamente, lo cual es esperable ya que, el porcentaje de agua en el organismo guarda una relación inversa con la proporción de grasa (175).

Por otra parte, según Goldberg *et al.*, (176), al margen de las variaciones propias del proceso ontogénico, los cambios sensoriales y gastrointestinales que se producen con el envejecimiento afectan a la ingesta de líquidos y de alimentos por los individuos adultos.

Por ende, dichos autores recomendaron el uso de la BIA como herramienta no invasiva para evaluar y monitorizar el estado de hidratación. También Widen *et al.*, (177), realizaron un estudio para comprobar la validez del análisis de BIA en los cambios de ACT y porcentaje de agua asociados al cambio en % GC en individuos sometidos a cirugía bariátrica.

El metabolismo basal viene determinado en gran medida por la composición corporal, si bien factores genéticos o situaciones especiales como embarazo, fiebre, algunas enfermedades, la actividad del sistema nervioso simpático o la función tiroidea, entre otros pueden modificarlo (178). Autores como Bruzos y Boticario (179), han reportado que las diferencias entre hombres y mujeres en la TMB se atribuyen principalmente a diferencias en el tamaño, que explican el 50% de la variabilidad, y la composición corporal ya que no todos los tejidos tienen la misma actividad metabólica.

El tejido muscular tiene una actividad metabólica alta y representa en un hombre adulto la mayor parte del metabolismo basal. Los fluidos extracelulares y la masa ósea tienen una actividad metabólica media y el tejido graso presenta una actividad metabólica baja, lo que explica las diferencias sexuales en TMB asociadas a la diferente distribución de estos componentes (179).

Para cuantificar la concordancia entre los distintos dispositivos de medición de composición corporal en la estimación del % GC, se ha utilizado el CCI por considerarse el estadístico más apropiado (105, 106, 180). Como se ha indicado en los resultados, la mayor concordancia resultó ser la correspondiente a los dos aparatos BIA (monitor BodyStat® 1500 y báscula TANITA® BC-545), tanto en la serie masculina como en la serie femenina. En segundo término, la de la báscula TANITA® BC-545 con el aparato de NIR en el caso de los varones y del monitor BodyStat® 1500 con el NIR en el caso de las mujeres. A pesar de ello, cabe señalar que el análisis efectuado por los distintos métodos obtuvo un grado de concordancia con valores de CCI superiores a 0,51.

Aristizabal *et al.*, (160) evaluaron 70 mujeres y 53 hombres entre los 22 y 56 años aplicando simultáneamente medición BIA (TANITA® TBF 300) y antropometría. Sus resultados mostraron que el % GC promedio en los varones fue significativamente mayor mediante las ecuaciones de Durnin y Womersley (DW) (56) (25,2%), que a partir de las expresiones de Jackson y Pollock (JP) (181) (20,1%) o de la BIA (19,3%). En mujeres los resultados fueron semejantes obteniendo los mayores valores promedio por DW (36,9%) que por JP (31%) o de la BIA (27,6%). Cabe comentar que a pesar de que los valores obtenidos mediante BIA fueron siempre más bajos, hubo mayor distancia entre los dos métodos antropométricos.

Wilmore *et al.*, (182) en 1994, realizaron un estudio cuyo propósito fue la determinación de la fiabilidad y la validez de la BIA y la interactancia del infrarrojo cercano (NIR), para la evaluación de la composición corporal en una población que consideraron con sobrepeso, utilizando como método de criterio la pesada hidrostática. En esta investigación, hicieron mediciones de los pliegues cutáneos utilizando las ecuaciones de JP (181) y DW (56) para determinar la grasa corporal relativa a cien individuos que incluía tanto varones como mujeres de entre 18 y 61 años de edad.

Como resultado obtuvieron correlaciones superiores entre el método criterio y las ecuaciones antropométricas ( $r = 0.99$ ) que entre antropometría y BIA ( $r = 0.95$ ) o entre antropometría y NIR ( $r = 0.88$ ). Sin embargo, los métodos de BIA, NIR y la ecuación de JP (181) subestimaron significativamente el % GC obtenido por densitometría hidrostática, mientras que las fórmulas de DW (56) sobrestimaron la grasa relativa.

Posteriormente, en 1998, Vehrs *et al.*, (183) hicieron otro estudio similar al proyecto de Wilmore, con 30 varones de origen caucasoide, de 19-32 años, para investigar la fiabilidad y la validez de un análisis múltiple entre BIA y NIR y peso hidrostático, determinando el % GC. Concluyeron que tanto el BIA como el NIR, subestimaron significativamente ( $p < 0.001$ ) el valor del % GC obtenido por pesada bajo el agua en un 3,80% y 2,40 % respectivamente. Sin embargo, los CCI entre todos los métodos superaron al valor de 0.9, mostrando una alta concordancia entre procedimientos.

En 1995, Brooke-Wavell *et al.*, (184) compararon el valor de la grasa subcutánea obtenido por antropometría y por NIR (FUTREX® 5000), en una muestra de adultos jóvenes (27 varones y 27 mujeres), y 63 hombres de mediana edad, observando que, aunque la correlación era muy dependiente de la localización, era máxima ( $r = 0,78$  en el bíceps y  $r = 0,09$  en el pliegue del muslo). Frente a la densitometría hidrostática, el método NIR mostraba una tendencia a subestimar la grasa en los individuos con alto contenido adiposo y a sobrestimarla en los sujetos con baja adiposidad. La diferencia media de la masa grasa respecto de la densitometría reportada en dicho trabajo, fue de -1.61 a 7,68 kg para el NIR y de -2.84 a 6.56 kg para los pliegues adiposos.

En el año 2001, Kalantar-Zadeh *et al.*, (185) utilizaron la NIR para evaluar la nutrición en pacientes en hemodiálisis mediante un estudio longitudinal. Debido a la alta incidencia y prevalencia de malnutrición en estos sujetos, el NIR podía proporcionar una práctica fiable para la evaluación de la grasa corporal y sus cambios en el tiempo en dichos pacientes. Estos investigadores llegaron a la conclusión de que la NIR, correlacionaba significativamente con diversos pliegues antropométricos, así como con niveles de parámetros fisiológicos (colesterol, creatinina) y tenía la ventaja de que su medida es independiente de nivel de fluidos corporales, que tanto varían en este tipo de pacientes. Además, presentaba una alta reproducibilidad entre medidas sucesivas. Por todo ello, concluyeron que efectivamente se trataba de una herramienta óptima para detectar cambios en la grasa corporal a lo largo del tiempo.

En la actualidad, existen pocos datos sobre el uso del NIR y la medición del % GC en sujetos no obesos que realicen ejercicio regularmente. En un estudio de cohortes realizado por Evans *et al.*, (186) en 2013, utilizaron la NIR para estimar la grasa corporal en dichos individuos, comparándola con la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). La muestra estaba compuesta por dos cohortes de individuos sanos entre 21 y 45 años y que realizan actividad física intensa al menos tres veces por semana. Una de ellas practicante de ejercicios de tipo aeróbico y otra que practicaba deportes de resistencia como levantamiento de pesas o culturismo.

En ambos grupos, el % GC obtenido por ambos métodos estaba asociado estrechamente ( $R^2 = 0,72$ ,  $p < 0,001$  and  $R^2 = 0,50$ ,  $p < 0,001$ , respectivamente). Se constató que, tanto en hombres como en mujeres, el NIR subestimó el % GC respecto del DEXA en la cohorte de ejercicio aeróbico, mientras que lo sobreestimó en el grupo de ejercicio de resistencia, en el que varones y mujeres presentaban una menor adiposidad relativa.

### **6.3. Otros indicadores para el diagnóstico nutricional**

Según la última *Encuesta Nacional de Salud* (ENSE), la prevalencia de obesidad y sobrepeso en la población española, se ha incrementado a lo largo de los años, presentando el 35,7% de los adultos sobrepeso y el 16,91% obesidad (187). Este gradiente se corresponde bien con los datos obtenidos en la muestra (30,4% de sobrepeso y 15,4% de obesidad).

Las cifras de sobrecarga ponderal aquí obtenidas, se hallan por debajo de las publicadas por el estudio ENRICA (188) en el que se analizaron 12.883 personas mayores de 18 años, encontrando un porcentaje de sobrepeso y obesidad del 46,4% y 24,4% respectivamente en hombres, y del 32,5 % y 21,4% en mujeres.

Por otra parte, en un estudio realizado sobre indicadores de salud en España y su relación con otros países de Unión Europea (UE) en el año 2009, se evidenció que la prevalencia de obesidad presenta una gran variabilidad geográfica y de género.

Los países con mayor proporción de varones obesos fueron Grecia (26%) y Reino Unido (22,30%). Lituania, Alemania y Malta superaron el 20%. Holanda (10,20%), Suecia (11%) y Bulgaria (11,30%) ocuparon posiciones intermedias e Italia y Rumania con tasas por debajo del 8%, fueron los países con menor porcentaje de varones obesos. España ocupó la posición 16 entre los 25 países participantes, con un 13% de varones obesos.

Por lo que respecta a las mujeres, Bulgaria, Reino Unido, Malta y Alemania, fueron los países con mayor porcentaje de mujeres obesas ( $> 20\%$ ), y al igual que sucedía con los varones, Italia y Rumania, ( $< 10\%$ ), fueron los países con menor proporción de obesas. España, ocupó el puesto 17 entre los 25 países analizados, con un 13,50% de mujeres obesas.

En cuanto al patrón diferencial por sexos, en la mayoría de los países la prevalencia de obesidad fue mayor entre las mujeres que entre los hombres, siendo esta diferencia, en términos absolutos, de gran magnitud en Bulgaria (11,80% más de mujeres obesas que de hombres), Letonia (5,80%) y Polonia (4,20%).

Sin embargo, en algunos países de la UE la prevalencia fue mayor entre los varones, como sucedió en Grecia (7,80%) y Eslovenia (2,70%). En España, Alemania y Reino Unido, las prevalencias en uno y otro sexo fueron muy similares (189). En la presente muestra, se obtuvieron unos resultados análogos a los del estudio antes mencionado, ya que el porcentaje de obesidad ha resultado prácticamente idéntico en ambos sexos, a pesar de que el sobrepeso afectó a un mayor número de varones.

También los datos del presente estudio están en consonancia con lo reportado en el estudio Paneuropeo publicado por Gallus *et al.*, (190) el 2014 en el que se incluyen series españolas y en el que se reporta para el conjunto de los países mediterráneos una proporción de exceso de peso que afecta al 54,5 % de los varones y al 40,8 % de las mujeres, siendo la obesidad del 14% en los varones y del 11,5% en las mujeres.



Cabe añadir que datos recientemente publicados por la OMS también en 2014 (191), muestran que el porcentaje de población española que se encuentra dentro de los valores considerados normales de IMC (18,5-24,99), ha ido disminuyendo desde el año 2003, (48,30%) a la actualidad, (44,90%). De los 60 países que forman parte del estudio, España ocupa el número 44 de la lista, con cifras de normopeso que se sitúan por debajo de países como Japón (68,90%), Suiza (59,20%), China (58,90%), Brasil (55,40%), Colombia (50,20%) o Sudáfrica (46,20%) entre otros.

El exceso de peso es el factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares más prevalente en la actualidad, pero ya en el año 1997 la *Consulta de Expertos de la Organización Mundial de la Salud* (OMS), reconoció la importancia de que la grasa abdominal (referida como obesidad central o visceral) podía variar considerablemente para un mismo IMC y puso en relieve la necesidad de utilizar otros indicadores antropométricos para identificar a los individuos que estuvieran en dicha circunstancia (192, 193). El PCu es una variable que, como ya se indicó en el apartado de material y métodos se utiliza con el propósito de evaluar la grasa abdominal y, en consecuencia, el nivel de RCV que, en esta muestra resultó aumentado para el 25,50% de los varones y el 26,30% de las mujeres, y muy aumentado para el 8,10% de la serie masculina frente a un 16,30% de la serie femenina.

Estas cifras son inferiores a las descritas en el estudio ENRICA (188), en el que la prevalencia de obesidad central ( $PC > 88$  cm en mujeres y  $PC > 102$  cm en varones) fue del 32% para los varones y del 39% para las mujeres. También están por debajo de las referidas en la última encuesta de la *European Society of Cardiology (Euro-Heart Survey)* donde obesidad central evaluada con idéntico criterio fue del 55% (194).

Trabajos como el realizado por Velthuis *et al.*, (195) han puesto de relieve la relativa independencia de la adiposidad abdominal y el exceso ponderal, demostrando que, con un entrenamiento físico aeróbico, el organismo es capaz de reducir la masa grasa, aumentar la masa magra y reducir el PC, aunque el peso y el IMC no se vean afectados.

El índice de cintura talla (ICT) es otra medida de adiposidad abdominal asociada con el RCV, que desde mediados de la década de los 90, se convirtió en un parámetro idóneo para la identificación de sujetos con mayor probabilidad de sufrir SM y está avalado por los datos recogidos en el estudio NHANES III (196). Muchos son los estudios realizados desde entonces para evaluar la capacidad diagnóstica de este índice en comparación con el IMC o el PC y se ha sugerido que presenta varias ventajas, convirtiéndose en una herramienta de detección sencilla y rápida, capaz de identificar riesgos para la salud tanto en varones como en mujeres, en diferentes grupos étnicos y en todos los grupos de edad (99).

Kodama *et al.*, (197) efectuaron un exhaustivo metaanálisis, en el que se revisaron las historias clínicas de más de 6000 pacientes diabéticos de ambos sexos, diversas procedencias geográficas y en un amplio intervalo de edad. En su revisión pusieron en evidencia que el ICT estaba más estrechamente asociado a la diabetes de tipo 2, que el IMC o el ICC.

Los mismos autores comprobaron que el ICT y el PC, están más fuertemente correlacionados con la acumulación de los depósitos de grasa visceral que el IMC y que es precisamente la grasa abdominal la que afecta al metabolismo de la insulina mediante la liberación de ácidos grasos libres, dando lugar a resistencia a la insulina y a la hiperinsulinemia.

Así mismo, en otra revisión sistemática a partir de la que se efectuó un metaanálisis incluyendo 300.000 adultos de varios grupos étnicos, Ashwell *et al.*, (198) demostraron que el ICT tenía un mejor poder discriminatorio que el IMC y el PC en la detección de varios factores de RCV en ambos sexos.

Las consideraciones acerca de los mecanismos que explican el por qué las medidas de la obesidad abdominal son superiores al IMC en la predicción de RCV están referidas a la alta actividad metabólica e inflamatoria de los depósitos de grasa visceral de la cavidad abdominal, en comparación con los depósitos subcutáneos en otras partes del cuerpo, tales como la región glúteo-femoral.

Esto podría ser una explicación convincente de la superioridad de las medidas de obesidad abdominal frente al IMC, y otra es que la estatura tiene asociaciones inversas con la morbilidad cardiovascular, probablemente porque a pesar de tener un componente genético importante, también puede reflejar las exposiciones tempranas de la vida en general, a los efectos medioambientales que predisponen al RCV (198).

Otros estudios recientes, han subrayado que este exceso de grasa abdominal que refleja el ICT y que no siempre acompaña al sobrepeso corporal, está cobrando protagonismo entre la población femenina española, mexicana, brasileña y china entre otras, relacionándose más consistentemente con el SM que en los varones (199, 200, 201). Además, este exceso de adiposidad central no sólo se asocia a factores tales como la hiperinsulinemia, la hiperglucemia o la elevación de lípidos séricos, sino también a otros síndromes ginecológicos como el ovario poliquístico (202, 203).

La relación cintura-cadera (ICC) también ha sido sugerida por muchos investigadores como una medida adicional de distribución de la grasa corporal de mayor precisión que el IMC. Larsson *et al.*, (204) demostraron que, en varones, la obesidad abdominal identificada a través del ICC, se asoció con un aumento del riesgo de infarto de miocardio, accidente cerebrovascular y muerte prematura, mientras que estas enfermedades no se asociaron con medidas de obesidad generalizada como es el caso del IMC.

En el mismo sentido, Lapidus *et al.*, (205), indicaron que el ICC en mujeres resultaba un factor de RCV independiente más fuerte que el IMC. Van Dijk *et al.*, (206) en 2012, recomendaron el uso del PC y el ICC para evaluar adiposidad y RCV con preferencia respecto del IMC. Para estos investigadores, tener una cintura estrecha y unas caderas anchas puede proteger contra las enfermedades cardiovasculares, ya que los individuos con altos valores de PC tienen una incidencia de factores de RCM significativamente mayor incluso dentro de la misma categoría de IMC.

Como se ha expuesto en líneas anteriores tanto el PC como el ICT y el ICC, parámetros que evalúan la adiposidad central y la distribución de los depósitos grasos, resultan más eficaces que el IMC en la predicción del RCV, aunque existe una cierta relación entre todos estos indicadores.

El *Baltimore Longitudinal Study of Aging* examinó los efectos del cambio de peso en la distribución de la grasa. Shimokata *et al.*, (207, 208) encontraron que los cambios en el PC y PCd estaban directamente correlacionados con los cambios en el peso, pero con cierto dimorfismo sexual. En los varones, los cambios asociados a la sobrecarga ponderal eran más grandes para el PC que para el PCd, mientras que en las mujeres eran similares.

Estos resultados hicieron presuponer que las variaciones de peso en los hombres podían tener un efecto mayor en el ICC ya que, según datos del estudio, por término medio con un aumento de peso de 4,5 kg, los hombres incrementaban el PC en 4 cm y en 2,5 cm el PCd. Mientras tanto, en las mujeres, el mismo aumento ponderal se correspondía con un incremento de 3,3 cm en el PC y en 3,6 cm en la cadera.

Aunque la grasa abdominal sea determinante, los informes de la OMS indican que tanto el PC, como el ICC y el IMC presentan asociación evidente con el RCV en distintas poblaciones (209). Algunos autores ya han subrayado que la medida del PC depende del tamaño del cuerpo, por lo que sería necesario establecer puntos de corte apropiados e igualmente sensibles, para detectar riesgos para la salud en todas las poblaciones.

El ICT al estandarizar el PC respecto a la talla, soslaya en parte ese problema, pero si se dispone también del IMC el diagnóstico puede ser más preciso ya que todos estos indicadores antropométricos pueden complementar la información como sugieren instituciones como el NIH (98) o la IDF (14).

#### **6.4. Eficacia diagnóstica de índices y medidas antropométricas en la identificación de la sobrecarga ponderal**

Para conocer de manera más global la calidad de distintos índices antropométricos y evaluar su precisión para identificar la sobrecarga ponderal se han utilizado curvas ROC, por su capacidad de discriminación, simpleza, fácil interpretación y comprensión (210), y por su estimación cuantitativa de la exactitud, mediante el área bajo la curva (ABC). En el análisis de contraste el ICT ha sido el más eficaz comparado con otros indicadores de sobrepeso y obesidad abdominal como los PCu y PCd, el ICC y el sumatorio de los pliegues adiposos. Los resultados obtenidos han sido muy reveladores, pues se ha podido comprobar que la curva del ICT presenta mayor sensibilidad/especificidad que el resto de curvas en donde se representan los otros indicadores analizados, tanto en la serie femenina como en la serie masculina, convirtiéndose en una prueba con una discriminación casi perfecta, pues la sensibilidad (S) y la especificidad (E), toman valores muy próximos al máximo que es 1. Cualitativamente, el ICT explica una exactitud global muy alta, el ABC ha sido muy elevada, de 0,927 para varones y de 0,936 para mujeres.

Estos resultados son mejores que los encontrados por investigadores como Cameiro Roriz *et al.*, (211) que estudiaron a 194 individuos (adultos y ancianos) de ambos sexos, para evaluar el poder discriminatorio de los indicadores antropométricos, (ICT, Índice Cintura-Muslo, Índice Diámetro Abdominal-Muslo e Índice Diámetro Abdominal-Altura), para la detección del exceso de tejido adiposo visceral, mediante un análisis de curvas ROC.

Estos investigadores observaron una alta correlación entre el área del tejido adiposo visceral y la mayoría de los indicadores estudiados. El ICT para los varones, mostró un ABC por encima de 0,90 ( $S = 86,7\%$ ,  $E = 86,1\%$ ) mientras que, para las mujeres, el ABC fue de 0,87 ( $S = 83,3\%$ ,  $E = 83,7\%$ ), confirmando que el ICT tiene un fuerte poder discriminatorio de obesidad abdominal frente a las mediciones más costosas como la tomografía computerizada.

En el proyecto "*Monitoreo de Enfermedades Cardiovasculares y Diabetes en Brasil*" (MONIT) del año 2009 (212), compuesto por 968 individuos (391 hombres y 577 mujeres), con edades comprendidas entre 30 y 74 años, se utilizaron ICT, CC, ICC, Índice de Conicidad e IMC como indicadores antropométricos de obesidad abdominal, con el fin de hallar el mejor índice que discriminara el RCV. En dicho proyecto, se utilizaron las curvas ROC como método analítico y aunque los resultados para el ICT, no fueron tan buenos como los que se han obtenido en el presente trabajo, ( $ABC = 0,76$  para varones, y  $ABC = 0,69$  para mujeres), el ICT resultó ser una medida con representación estadísticamente significativa que justificaba su uso frente a índices tradicionales como el IMC.

Otros estudios realizados por Almeida *et al.*, (213), en población femenina brasileña (270 mujeres), de edades comprendidas entre 30 y 69 años, para discriminar el RCV utilizando los mismos indicadores antropométricos anteriormente mencionados, (Índice de Conicidad, CC, ICC e ICT), y el mismo análisis de curvas ROC, obtuvieron para el ICT, un ABC de 0,74, que sigue siendo más bajo que el obtenido en este trabajo, pero según estos autores es un resultado satisfactorio como predictor de RCV, a pesar de que para ellos el índice de Conicidad presentó mejor poder discriminatorio de obesidad y su asociación con el RCV.

En la bibliografía existen pocos estudios que determinen los mejores puntos de corte para el ICT. Para la población femenina se han encontrado valores similares a los referidos en el presente trabajo en mujeres asiáticas, como es el caso de China, en donde se han encontrado valores del ICT = 0,50 (214); en Taiwan, ICT = 0,45 (215) y en Singapur, ICT = 0,48 (216). En población brasileña, Pitanga y Lessa (217) sugirieron un valor de ICT = 0,53 como mejor punto de corte con sensibilidad = 67% y una especificidad = 58%, ABC ROC de 0,69 y Berber *et al.*, (218) obtuvieron un punto de corte para el ICT, en mujeres mexicanas, de 0,53, muy parecido al observado en las mujeres brasileñas para la discriminación de diabetes tipo 2, hipertensión y dislipemias.



### **6.5. Predicción de la Adiposidad relativa a partir del peso y del ICT**

Como subrayan algunos autores como Martin-Moreno *et al.*, (219), la estima del % GC en la práctica clínica diaria presenta diversos problemas, pues se necesita que el método elegido cumpla varios requisitos: accesibilidad (poder realizarse en el momento), sencillez, no invasibilidad, reproducibilidad y facilidad de aceptación por parte del paciente. Además, que su coste pueda ser asumido por el sistema y el profesional, sobre todo por el tiempo que lleva su realización.

En este sentido, abogan por el empleo de ecuaciones, si bien subrayan que la mayor parte de las que se emplean no han sido validadas para toda la población y por lo general incorporan la medida de los pliegues que tampoco son de medida habitual en consulta.

Las ecuaciones de predicción de adiposidad propuestas en el presente trabajo, han sido desarrolladas en población adulta general, estimando el % GC a partir del peso y del ICT, resultando de un cálculo muy sencillo, y han sido validadas con los dos tercios de los individuos de la muestra, reflejando gran fiabilidad.

Algunos de los métodos que sirven para valorar la grasa corporal como el DEXA, BIA o la interactancia infrarroja, no están al alcance de todos los facultativos profesionales de la nutrición y en algunas circunstancias ni siquiera se dispone de adipómetros para la medida de los pliegues cutáneos.

De ahí que ciertos investigadores en nuestra línea, se hayan interesado por desarrollar ecuaciones predictivas de la adiposidad, a partir de dimensiones antropométricas sencillas como perímetros o diámetros, fáciles de tomar con dispositivos de bajo coste.

Cabe mencionar las fórmulas desarrolladas por Seidell *et al.*, (220) Kvist *et al.*, (221) o Valencia y Villegas-Valle (222) que, tomando el TAC o la pletismografía como referencia, permiten calcular el tejido adiposo total (Kg), visceral (Kg) o el % GC a partir de dimensiones antropométricas.

Los primeros autores mencionados (220) partieron de una muestra de 71 varones y 34 mujeres a los que midieron la grasa abdominal por TAC a nivel de la cuarta vértebra lumbar comprobando su correlación con el ICC ( $r = 0,75$  en varones y  $r = 0,55$  en mujeres) y con el índice cintura muslo ( $r = 0,55$  en varones y  $r = 0,70$  en mujeres). Las ecuaciones de predicción de la grasa intraabdominal y subcutánea al mismo nivel, parten de la circunferencia de la cintura y la cadera, los pliegues suprailíaco y abdominal, el IMC y la edad.

Kvist *et al.*, (221) con una metodología similar y sobre una muestra de 17 hombres y 10 mujeres, aplicando TAC entre la tercera y quinta vértebra lumbar a la par que diversas medidas antropométricas, desarrollaron expresiones para predecir la grasa visceral. Las dimensiones que se incluyen en la ecuación son únicamente el perímetro de la cintura, el de la cadera y el diámetro sagital por lo que ni siquiera se requiere tomar el espesor de los pliegues adiposos.

Así mismo, Bouza *et al.*, (223) establecieron ecuaciones predictivas de la grasa visceral para la población española obesa, basadas en la correlación que existe entre la antropometría y los depósitos grasos abdominales. Estos autores, tomaron una población de 108 individuos de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 18 y 78 años, a quienes midieron la grasa abdominal subcutánea y visceral mediante TAC, y desarrollaron las ecuaciones predictivas mediante la obtención del área de la grasa visceral (cm<sup>2</sup>), introduciendo como variables la edad, el sexo, el perímetro de la cadera y el IMC.

Distintos autores han desarrollado ecuaciones predictivas del % GC a partir del IMC, entre los que cabe señalar a Gallagher *et al.*, (224), Deurenberg *et al.*, (225) y Jackson *et al.*, (226). Levitt *et al.*, (227) hace una revisión de las relaciones entre el IMC y la composición corporal y elabora ecuaciones que permiten estimar la grasa relativa adaptadas a distintos grupos étnicos, considerando por una parte los caucásicos, afroamericanos e hispanos, y por otro lado los asiáticos. Según los autores, la relación entre IMC y % GC muestra una fuerte dependencia de la edad y el sexo por lo que en las fórmulas se incluye la edad, son diferentes para hombres y mujeres y aplicables entre los 18 y 84 años.

Por otra parte, Larsson *et al.*, (228) también proponen fórmulas para el cálculo de la masa grasa y del % GC a partir del IMC y otras que se fundamentan en la talla, el peso y los perímetros de la cintura y cadera. Dichos autores concluyen, por una parte, que la grasa en términos absolutos se predice mejor a partir de la relación peso/talla, mientras que la predicción óptima para el % GC se obtiene incluyendo el IMC. Por lo que respecta a la masa grasa total, la diferencia promedio respecto al método de referencia DEXA, disminuye de 2,6 kg a 2,3 kg, en varones, añadiendo en la expresión el PC; y en las mujeres, baja de 2,2 kg a 2,1 kg añadiendo el PC y a 2,0 kg, añadiendo además el PCd.

Gallagher *et al.*, (224) aplicando 6 ecuaciones diferentes a una muestra de 312 varones y 394 mujeres, observaron diferencias en un rango de 24,8 a 28 % en el sexo masculino y entre 34 y 37,7 % en el sexo femenino. Las medidas y los valores absolutos de grasa corporal predichos de peso/talla fueron significativamente menores ( $p < 0,001$ ) que cuando se usó el IMC para construir las ecuaciones de predicción, y los errores correspondientes resultaron ser más bajos (8,5% frente a 9,4% para varones y 5,7% frente a 6,8% para mujeres).





## **7. CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES -**

---

**Foto:** Bailarines (2000)

**Autor:** Fernando Botero

## **7. Consideraciones y conclusiones**

Para la realización del presente trabajo, se consideró que la muestra debía tomarse a personas adultas españolas sin patologías declaradas y que representaran, en la medida de lo posible, al conjunto de la población para poder conseguir unos valores de referencia de composición corporal. En este sentido, la Comunidad de Madrid (CAM), podría ser un buen lugar para la recogida de datos ya que, tanto por su localización geográfica como por el hecho de contar con la capital del estado, recoge un amplio número de personas procedentes de casi todas las regiones españolas.

Con esta premisa se tomó una muestra de conveniencia en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón (HGUGM), en el Real Jardín Botánico (RJB), en las Universidades Complutense (UCM) y Autónoma (UAM) de Madrid, en el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y durante las Semanas de Salud organizadas por la Sociedad Española de Dietética y Nutrición (SEDCA). El lugar de nacimiento de los padres y abuelos manifestó que el origen de los participantes es heterogéneo y representativo de la población española.

Si bien formaron parte de la muestra empleados de todo el espectro profesional de los centros laborales, y las Semanas de Salud estaban abiertas al público en general, los participantes en el estudio resultaron tener, en su mayoría, un nivel de formación media o superior.



Por otra parte, como limitación a considerar, cabe señalar que la participación fue mucho más elevada en la serie femenina que en la masculina, ya que a las mujeres les parecía un estudio muy interesante por su relación con la salud y los hábitos de vida saludables, y siempre o casi siempre estaban dispuestas para que se le realizasen las pruebas.

Los resultados obtenidos acerca de los hábitos dietéticos han reflejado que la población analizada muestra un desapego a la dieta mediterránea (DM) y una inclinación importante hacia la comida rápida, sobre todo entre los más jóvenes (20-39 años). Para la muestra en su conjunto la puntuación KIDMED promedio resultó de  $5,37 \pm 2,36$  en los varones y  $5,57 \pm 2,07$  en las mujeres. Cabe destacar que el 32,1% de los primeros y el 74,8% de las segundas no desayunan y cuando lo hacen, el 41,5% y el 29,7% respectivamente consumen bollería industrial. En general, en criterio de calidad de dieta, el 82% de ambos sexos deben mejorar sus hábitos alimentarios. Por otra parte, el 66 % de los hombres y el 48,30 % de las mujeres se categorizan como practicantes de actividad física media según el “indicador sintético”, construido en el presente trabajo, a partir de los niveles de frecuencia, intensidad y tiempo de práctica física.

Las dimensiones antropométricas directas ponen de relieve un mayor dimorfismo para la estatura en los participantes más jóvenes, apoyando la hipótesis del incremento de las diferencias por sexos, en paralelo a la mejora en las condiciones socioeconómicas bajo las que crecen los individuos. Los resultados obtenidos para los pliegues y perímetros de la cintura (PCm y PCu), confirman la mayor adiposidad subcutánea de las mujeres, así como una diferente distribución del tejido adiposo en función del sexo.

El acúmulo graso resulta más central en los varones, mientras tiende a ser predominantemente periférico en las mujeres. Es importante subrayar que, sin embargo, a partir de los 40-49 años, la tendencia al incremento de la grasa abdominal es también acusada en las mujeres, y de hecho la proporción de RCV muy aumentado, (en función del PC), es de 55,40% en la serie femenina frente al 32,0% de la masculina. El ICT y el ICC que presentan promedios más bajos en la serie femenina, manifiestan así mismo la diferente distribución adiposa más central en los varones; y se incrementan con la edad, subrayando la tendencia a la centralización del tejido graso en edades avanzadas y en ambos sexos.

En el conjunto de la muestra el 30,40% de los sujetos presentaron sobrepeso y el 15,40% obesidad, cifras que se hallan por debajo de las correspondientes al estudio nacional ENRICA. El análisis de curvas ROC mostró que, entre las variables antropométricas, el ICT es la variable que mejor identificó el exceso ponderal en ambos sexos. La menor ABC correspondió al ICC, mientras el PCu, PCd y la suma de pliegues obtuvieron valores de ABC intermedios. Por otra parte, el % GC obtenido mediante BIA muestra un mayor acercamiento al estado de sobrecarga ponderal definido por el IMC.

En el presente trabajo se han obtenido valores referenciales para composición corporal en un modelo bicompartimental a partir de antropometría, BIA e interactancia de infrarrojos. Dichas referencias se presentan tanto para el conjunto de la muestra, como por sexos y grupos de edad, lo que permite visualizar tanto el dimorfismo sexual como la evolución ontogénica de los componentes analizados. Así mismo, se analiza el componente hídrico (mediante BIA e interactancia) y la tasa metabólica basal (TMB).

Con independencia de la metodología aplicada, el análisis de la composición corporal mostró que el % GC aumenta con la edad, tanto en varones como en mujeres, a partir de los 30 años. La MG siguió el mismo patrón, aumentando también con la edad, a un ritmo similar al descrito en estudios de tipo longitudinal. La MLG experimentó una tendencia al descenso en los mayores de 50 años y de mayor importancia en la serie femenina.

Por lo que respecta al método antropométrico de Siri, cuando se calcula la densidad partiendo de cuatro pliegues, en varones, la MG y el % GC resultan menores y la MLG mayor, que cuando se parte de dos pliegues. Todo lo contrario ocurre en el caso de las mujeres. Los promedios obtenidos para los componentes corporales, mediante la ecuación de Siri para cuatro pliegues, los analizadores tetrapolares BIA, Bodystat® 1500 y la báscula TANITA® BC-545 y el dispositivo FUTREX® 5500, de interactancia infrarroja, presentaron diferencias menores al 5% en ambos sexos y en todos los grupos de edad.

Los CCI mostraron valores superiores a 0,71 (buena concordancia) en la mayor parte de los casos; el mayor grado de acuerdo se observó entre los dos métodos BIA (CCI = 0,91 en varones; CCI = 0,89 en mujeres). El resto de los métodos, presentaron mayor concordancia en el sexo femenino, donde todos los CCI se clasificaron en categoría de buena, si bien en los varones las cifras resultaron muy próximas. La antropometría presenta mayor acuerdo con el procedimiento BIA que con la interactancia de infrarrojos en ambos sexos, destacando en los varones una mayor concordancia con el analizador Bodystat® 1500 y en las mujeres con la báscula TANITA® BC-545.

Los niveles de hidratación, por cualquiera de los métodos, muestran la esperable variabilidad ontogénica con un descenso paulatino del porcentaje de agua en función de la edad. Así mismo, muestran el mayor nivel hídrico en los varones. A este respecto cabe señalar que se han observado variaciones significativas en los hombres, en función del aparato de estimación. En estos, el dispositivo TANITA® BC- 545 da un mayor porcentaje de agua corporal respecto al que se obtiene mediante el Bodystat® 1500. No sucede así en el sexo femenino, donde no se manifiestan estas diferencias.

Por lo que respecta a la TMB, también con todos los dispositivos, el análisis muestra el patrón ontogénico normal, con un descenso en la energía consumida a nivel basal en función de la edad, siendo esta TMB superior en los varones, en todos los grupos etarios. Los promedios para la TMB resultaron significativamente más elevados al ser estimados mediante el aparato Bodystat® 1500.

Las ecuaciones derivadas del análisis de regresión permiten la predicción del % GC, utilizando el ICT y el peso de los individuos. Las fórmulas generadas en el presente estudio, han sido validadas con los dos tercios de la muestra y, eventualmente pueden constituir una alternativa fiable para la estima de la composición corporal por antropometría, sin necesidad de integrar la medida de los pliegues cutáneos.



## **8. RESUMEN -**

---

**Foto:** Mona Lisa (1959)

**Autor:** Fernando Botero

## **RESUMEN**

El estudio de la composición corporal (CC) está cobrando una gran importancia para estimar la condición física y nutricional a lo largo de toda la ontogenia. Constituye una práctica fundamental para conocer el estado de salud y bienestar de los individuos, y tiene gran interés en la diagnosis y prevención de la obesidad y otras enfermedades, entre las que destacan las de origen cardiovascular y todas las relacionadas con el síndrome metabólico (SM). Los valores de referencia para adiposidad relativa y otros componentes corporales son escasos en adultos, y los que se han publicado hasta la fecha, se refieren básicamente a población norteamericana. Por otra parte, la mayoría se han desarrollado con metodologías diferentes basadas en la antropometría o la impedancia, utilizando dispositivos que no tienen la precisión de los actuales. En consecuencia, resulta conveniente elaborar un estudio de la composición corporal en adultos españoles, mediante distintos métodos aplicados a la misma muestra, para obtener referencias que tengan utilidad en el ámbito clínico o epidemiológico.

El objetivo ha sido obtener valores de referencia de CC para la población española adulta mediante antropometría, impedancia eléctrica (BIA) e interactancia de luz infrarroja (NIR). Comparar los resultados generados por los distintos métodos de exploración de la CC y construir y validar ecuaciones de predicción que permitan estimar de manera fácil y con un bajo coste, el % GC a partir de dimensiones antropométricas sencillas como el peso, la talla y el perímetro de la cintura.



La presente investigación, se ha realizado en el marco de colaboración suscrito entre la Unidad de Investigación en Enfermería del Hospital General Universitario Gregorio Marañón (HGUGM), y el Grupo de Investigación EPINUT-UCM (ref. 920325) adscrito a la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense. Se contó con la aprobación del Comité de Ético de Investigación Clínica del HGUGM de la Comunidad de Madrid.

Se trata de un estudio transversal sobre una muestra de 579 individuos sanos de ambos sexos, (430 mujeres y 149 varones), con edades comprendidas entre los 20 y los 65 años de edad, que firmaron el correspondiente consentimiento informado de acuerdo a la normativa de la Asociación Médica Internacional. Los sujetos cumplieron una encuesta sobre dieta (71), hábitos de ejercicio y de aspectos socioeconómicos relativos al origen poblacional. Fueron analizados antropométricamente (56, 57), y mediante BIA tetrapolar (BIA Bodystat®1500 y TANITA® BC-545) e interacción infrarroja (FUTREX® 5500). Los valores de referencia para cada método se construyeron separando la muestra en grupos de edad y sexo. Se calculó la concordancia entre métodos analíticos de la CC, utilizando el coeficiente de correlación intraclase. Se evaluó la utilidad diagnóstica de diferentes medidas antropométricas directas e índices en la identificación de la sobrecarga ponderal mediante curvas ROC, y se diseñaron ecuaciones predictivas del % GC a partir de dimensiones antropométricas directas.

La metodología y los aparatos utilizados han sido los descritos en la *Normativa de la Sociedad para el Avance de la Cineantropometría* (74), y en el *Programa Internacional de Biología* (75). El análisis estadístico se efectuó con el programa estadístico SPSS v. 21.

Solo el 17,9% de los varones y el 18,9% de las mujeres se clasificaron en dieta óptima, siendo la puntuación KIDMED promedio de  $5,37 \pm 2,36$  en la serie masculina y  $5,57 \pm 2,07$  en la femenina. El 66% de los hombres y el 48,30% de las mujeres, se categorizaron como practicantes de actividad física media, de acuerdo al indicador sintético elaborado a partir de los niveles de frecuencia, intensidad y tiempo. En el conjunto de la muestra la prevalencia de obesidad (15,04%) resultó inferior a la registrada en estudios nacionales (127). Aunque el índice cintura talla (ICT) y el índice cintura cadera (ICC) mostraron una mayor adiposidad central en los varones, se constató un incremento de la grasa abdominal en ambos sexos a partir de los 40-49 años.

Con independencia del método de análisis de la CC, la masa grasa (MG) y el % GC aumentó con la edad en ambos sexos a partir de los 30 años, mientras que la masa libre de grasa (MLG) descendió a partir de los 50 años, en mayor medida en la serie femenina. Los niveles de hidratación, así como la tasa metabólica basal, también descendieron con la edad, si bien fueron mayores en la serie masculina. El grado de acuerdo entre los resultados de CC obtenidos por los distintos métodos, fue satisfactorio, especialmente en la serie femenina donde el coeficiente de correlación intraclase (CCI), superó el límite de concordancia buena ( $CCI > 0,70$ ) en todos los contrastes. La mejor concordancia se obtuvo entre los dos dispositivos BIA tetrapolar ( $CCI > 0,89$ ). El método antropométrico de Siri (57), mostró mayor concordancia con el BIA que con la interactancia.

El análisis ROC puso de manifiesto que el ICT es la variable que mejor identifica el exceso ponderal, y el % GC obtenido mediante BIA, es el que más se aproxima al estado de sobrecarga ponderal categorizado mediante el IMC.

Las ecuaciones de regresión elaboradas en el presente trabajo, validadas con los dos tercios de la muestra, permiten predecir el % GC utilizando el ICT y el peso de los individuos.

**Palabras Clave:** Composición Corporal, BIA, Interactancia de Infrarrojos, Predicción de Adiposidad, Población Española.



**Foto:** Menina después de Velázquez (1961)

**Autor:** Fernando Botero

**ABSTRACT**

The study of body composition (BC) is gaining great importance to estimate the physical and nutritional condition throughout ontogeny. It is vital to know the health and welfare of individuals, and plays a key role in the diagnosis and prevention of obesity and other diseases, among which are those of cardiovascular origin and all the ones related to metabolic syndrome (MS). The reference values for relative adiposity and other body components are rare in adults, and those that have been published to this date are mainly focused on the North American population. Moreover, most of them have been developed with different methodologies based on anthropometry or impedance using devices that do not have the accuracy of current ones. As a consequence, it is desirable to develop a study of body composition in Spanish adults using different methods applied to the same sample for references that are useful in the clinical or epidemiological field.

The aim has been to obtain BC reference values for adult Spanish population by anthropometry, electrical impedance (BIA) and near infrared interactance (NIR) so as to compare the results generated by the different methods of exploration of the body fat (BF%) and build and validate predictive equations to estimate, easily and at low cost, the BF% from simple anthropometric dimensions as weight, height and waist circumference.

This research has been done within the framework of collaboration signed between the Nursing Research Unit of the Hospital General Universitario Gregorio Marañón (HGUGM), and the Research Group EPINUT-UCM (ref. 920325) attached to the Faculty of Medicine of Complutense University. It was approved by the Ethics Committee of Clinical Research of the HGUGM of the Comunidad de Madrid.

This is a cross-sectional study of a sample of 579 healthy individuals of both sexes, (430 females and 149 males), aged between 20 and 65 years old, who signed the corresponding informed consent according to the rules of the International Medical Association. The subjects completed a survey on diet (71), exercise habits and socioeconomic origin and relative to population issues. They were analyzed anthropometrically (56, 57), and by BIA quadrupole (BIA Tanita<sup>®</sup>, Bodystat<sup>®</sup>1500 and BC-545) and infrared interactance (FUTREX<sup>®</sup> 5500). The reference values for each method were built separating the sample into age groups and sex. The correlation between analytical methods was calculated using the intraclass correlation coefficient. The diagnostic utility of different direct and anthropometric indices in identifying excess weight was evaluated using ROC curves and predictive equations of BF% were designed from direct anthropometric dimensions.

The method and apparatus used were those described in the *Regulations of the Society for the Advance of Kinanthropometry* (74) and the *International Biology Programme* (75). Statistical analysis was performed using SPSS statistical software v. 21.

Only 17.9% of men and 18.9% of women were classified as optimal diet, and the average of  $5.37 \pm 2.36$  KIDMED score in male and  $5.57 \pm 2.07$  series in female. 66% of men and 48.30% of women were categorized as media practitioners of physical activity, according to the synthetic indicator made from levels of frequency, intensity and time. In the whole sample, the prevalence of obesity (15.04%) was lower than in national studies (127). Although the index waist size (WSI) and waist to hip ratio (WHR) showed greater central adiposity in men, it was found an increase in abdominal fat in both sexes from 40-49 years.

Regardless of the method of analysis of the BC, fat mass (FM) and BF% increased with age in both sexes after age 30, while fat-free mass (FFM) fell from 50 years greater extent in female series. Hydration levels and basal metabolic rate also declined with age, although they were higher in the male series. The degree of agreement between the results of BF obtained by the different methods was satisfactory especially in the women's series where the intraclass correlation coefficient (ICC) exceeded the limit of good agreement ( $ICC > 0.70$ ) in all contrasts.

The best agreement was obtained between the two BIA ( $ICC > 0.89$ ) devices. The anthropometric method of Siri (57) showed greater concordance with the BIA with the Interactance. ROC analysis showed that the WSI is the variable that best identifies the excess weight and the BF% obtained by BIA is the one that approaches the most to the state of excess weight categorized by BMI.



The regression equations developed in this study, validated with two thirds of the sample, predict the BF% using the WSI and weight of individuals.

**Keywords:** Body Composition, BIA, Infrared Interactance (NIR), Prediction Adiposity, Spanish Population.



## **10. BIBLIOGRAFÍA -**

---

**Foto:** Mujer leyendo (1998)

**Autor:** Fernando Botero

**BIBLIOGRAFÍA**

(1) Marrodán MD, Prado Martínez C, González Montero de Espinosa, M. Antropología de la nutrición: técnicas, métodos y aplicaciones. 2ª edición ed.: NOESIS, S. L. y los autores; 2003.

(2) Herrero de Lucas A y Cabañas Armesilla MD. La cineantropometría como índice de salud y de patología. En: Cabañas MD y Esparza F, editores. Compendio de Cineantropometría. Editorial CTO, 2009. p. 351-368.

(3) Welborn TA, Knuiman M, Vu H. Body mass index and alternative indices of obesity in relation to height, triceps skinfold and subsequent mortality: the Busselton health study. Int J Obes & Relat Metab Disord 2000 Jan; 24 (1): 108-115.

(4) Oppert JM, Charles MA, Thibault N, Guy-Grand B, Eschwege E, Ducimetiere P. Anthropometric estimates of muscle and fat mass in relation to cardiac and cancer mortality in men: The Paris Prospective Study. Am J Clin Nutr 2002 Jun; 75 (6): 1107-1113.

(5) Valtueña-Martínez S, Arijá V, Salas-Salvadó J. Estado actual de los métodos de evaluación de la composición corporal: descripción, reproductibilidad, precisión, ámbitos de aplicación, seguridad, coste y perspectivas de futuro. Med Clin 1996; 106 (16): 624-635.

(6) Belahsen R, Rguibi M. Population health and Mediterranean diet in southern Mediterranean countries. *Public Health Nutr* 2006; 9 (8): 1130-1135.

(7) Dalmau Llorca MR. Riesgo cardiovascular y composición corporal medida con impedancia Bioeléctrica. Tesis de la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona, Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Departament de Medicina i Cirugía; 2007.

(8) Hamm CW, Bassand JP, Agewall S, Bax J, Boersma E, Bueno H, *et al.* Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2011 Dec; 32 (23): 2999-3054.

(9) Staiano A, Reeder B, Elliott S, Joffres M, Pahwa P, Kirkland S, *et al.* Body mass index versus waist circumference as predictors of mortality in Canadian adults. *Int J Obes* 2012; 36 (11): 1450-1454.

(10) Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Covas M, Corella D, Arós F, *et al.* Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *N Engl J Med* 2013; 368 (14): 1279-1290.

(11) World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Geneva, Switzerland: World health organization 1999; 31 (3): 1-59. Report on a WHO consultation. Geneva: WHO Department of Non communicable Disease Surveillance. 1999.

(12) Cleeman J, Grundy S, Becker D, Clark L. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP), Adult Treatment Panel (ATP III). JAMA 2001; 285 (19): 2486-97.

(13) Balkau B, Charles MA, Drivsholm T, Borch-Johnsen K, Wareham N, Yudkin JS, Morris R, Zavaroni I, van Dam R, Feskens E, Gabriel R, Diet M, Nilsson P, Hedblad B, European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). Frequency of the WHO metabolic syndrome in European cohorts, and alternative definition of an insulin resistance syndrome. Diabetes & Metab 2002; 28 (5): 364-76.

(14) Alberti K, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome-a new world-wide definition. A consensus statement from the international diabetes federation. Diabetic Med 2006; 23 (5): 469-480.

(15) López-Jiménez F, Cortés-Bergoderi M. Obesidad y Corazón. Rev Esp Cardiol 2011; 64 (2): 140-149.

(16) North American Association for the Study of Obesity, National Heart, NHLBI Obesity Education Initiative. The practical guide: identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute, NHLBI Obesity Education Initiative, North American Association for the Study of Obesity; 2000.

(17) Lear S, James P, Ko G, Kumanyika S. Appropriateness of waist circumference and waist-to-hip ratio cutoffs for different ethnic groups. *Eur J Clin Nutr* 2009; 64 (1): 42-61.

(18) Martín Castellanos A. Estudio sobre el perfil antropométrico, la composición corporal y el somatotipo, en pacientes con Síndrome Coronario Agudo en el Área de Salud de Cáceres. Tesis de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina, Departamento de Anatomía y Embriología Humana II.; 2015.

(19) Aghili R, Malek M, Valojerdi AE, Banazadeh Z, Najafi L, Khamseh ME. Body composition in adults with newly diagnosed type 2 diabetes: effects of metformin. *J Diabetes & Metab Disord* 2014 Aug 21; 13 (1): 88. DOI: 10.1186/s40200-014-0088-z.

(20) Moller JB, Pedersen M, Tanaka H, Ohsugi M, Overgaard RV, Lynge J, *et al.* Body composition is the main determinant for the difference in type 2 diabetes pathophysiology between Japanese and Caucasians. *Diabetes Care* 2014 Mar; 37 (3): 796-804.

(21) Mateo Silleras B, Redondo del Río P, Camina Martín A, Soto Célix M, Alonso Torre SR, Miján de la Torre, A. Efecto de la realimentación en la composición corporal de mujeres con anorexia nerviosa restrictiva: antropometría frente a impedancia bioeléctrica. *Nutr. Hosp.* 2013; 28 (5): 1717-1724.

(22) Gómez-Cabello A, Vicente Rodríguez G, Vila-Maldonado S, Casajús J, Ara I. Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutr. Hosp.* 2012; 27 (1): 22-30.

(23) Del Valle Ramiro A, Marrodán MD, Prado Ramírez C. Cineantropometría de los mayores. En: Cabañas MD y Esparza F, editores. *Compendio de Cineantropometría*. Editorial CTO, 2009. p. 163-277.

(24) Montejo González JC, Culebras-Fernández JM, García de Lorenzo y Mateos A. Recomendaciones para la valoración nutricional del paciente crítico. *Rev. Méd. Chile.* 2006; 134 (8): 1049-1056.

(25) Cigarrán S, Barril G, Bernis C, Cirugeda A, Herraiz I, Selgas R. Evaluación del estado nutricional de los pacientes renales y ajuste del peso seco en CAPD y HD: papel de la bioimpedancia. *Electron J Biomed* 2004; 1: 16-23.

(26) Ruperto M, Barril G, Sanz P, Sánchez-Tomero J. Importancia de la valoración integral del estado nutricional en una unidad multidisciplinar ERCA: Nuestra experiencia con 70 pacientes en los dos últimos años. *CIN´2007 4th Congress of Nephrology in Internet* 2007.



(27) Medina-Escobedo M, Romero-Campos S, Sansores-España D, Viveros-Cortés Á, Villanueva-Jorgea S. Modificaciones en la composición corporal según el daño renal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2013; 51 (1): 26-33.

(28) Bravo Ramírez AM, Chevaile Ramos A, Hurtado Torres GF. Composición corporal en pacientes con insuficiencia renal crónica y hemodiálisis. *Nutr. Hosp.* 2010; 25 (2): 245-249.

(29) Soares V, de Avelar IS, de Sousa Andrade, SR, Vieira MF, Silva MS. Composición corporal de pacientes renales crónicos en hemodiálisis: antropometría y análisis vectorial por impedancia bioeléctrica. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* 2013; 21 (6): 1240-1247.

(30) Ruperto M, Sánchez-Muniz FJ, Barril G. A clinical approach to the nutritional care process in protein-energy wasting hemodialysis patients. *Nutr Hosp* 2014; 29 (4): 735-750.

(31) Roque V. Valoración del estado de nutrición en el paciente con cáncer. *Cancerología* 2007; 2: 315-326.

(32) Sánchez-Lara K, Turcott J, Sosa-Sánchez R, Green-Renner D. Evaluación del estado de nutrición en pacientes con cáncer. *Revista de Endocrinología y Nutrición* 2008; 16 (4): 165-171.

(33) Pischon T, Boeing H, Hoffmann K, Bergmann M, Schulze M, Overvad K, *et al.* General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. *N Engl J Med* 2008; 359 (20): 2105-2120.

(34) Cuervo Sierra, J. Índice de masa corporal y su relación con el cáncer. *Revista Medicina Universitaria* 2011; 13 (52): 119-121.

(35) Frenzel AP, Pastore CA, González MC. The influence of body composition on quality of life of patients with breast cancer. *Nutr Hosp* 2013; 28 (5): 1475-1482.

(36) Polo R, Martínez E, Álvarez J, Arévalo JM, Asensi V, Cánoves D, *et al.* Recomendaciones de GEAM/SPNS sobre el tratamiento de las alteraciones metabólicas y morfológicas en el paciente con infección por VIH. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 2006; 24 (2): 96-117.

(37) Selby N, Nequesha D, Marlon F. Use of Anthropometry in Monitoring the Nutritional and Health Status of Person. In: Preedy VR, editor. *Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease*: Springer; 2012. p. 2473-2493.

(38) Carvajal A. Manual de Nutrición. Composición corporal. Disponible en: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/nutri1/carbajal/manual-02.htm>. Acceso 09/11, 2014.

(39) Pérez Miguelsanz M, Cabrera Parra W, Varela Moreiras G, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal: Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutr Hosp*. 2010; 25 (2): 207-223.

(40) Waki H, Tontonoz P. Endocrine functions of adipose tissue. *Annu Rev Pathol Mech Dis* 2007; 2: 31-56.

(41) Fernyhough ME, Hausman GJ, Guan LL, Okine E, Moore SS, Dodson MV. Mature adipocytes may be a source of stem cells for tissue engineering. *Biochem Biophys Res Commun* 2008; 368 (3): 455-457.

(42) White DR, Widdowson EM, Woodard HQ, Dickerson JW. The composition of body tissues (II). Fetus to young adult. *Br J Radiol* 1991; 64 (758): 149-159.

(43) Wang Z, Pierson R, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr* 1992; 56 (1): 19-28.

(44) Vernaglion L, Lomonte C, Basile C. Total Body Water in Health and Disease: A Look at End-Stage Renal Disease. In: Preedy VR, editor. *Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease*: Springer; 2012. p. 273-286.

(45) Heymsfield SB, Waki M. Body composition in humans: advances in the development of multicompartiment chemical models. *Nutr Rev* 1991; 49 (4): 97-108.

- (46) Omar Muñoz L. Valoración de la Composición corporal a través de la Antropometría. Available at: <http://es.slideshare.net/LNOMAR/composicin-corporal-14791492>. Accessed 09/11, 2014.
- (47) Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Am J Phys Anthropol* 1921; 4 (3): 223-230.
- (48) Behnke AR, Feen BG, Welham WC. The specific gravity of healthy men: body weight ÷ volume as an index of obesity. *J Am Med Assoc* 1942; 118 (7): 495-498.
- (49) Brožek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann NY Acad Sci* 1963; 110 (1): 113-140.
- (50) Callejo Gea ML. Comparación metodológica del análisis de la composición corporal: Antropometría, Bioimpedancia y Excreción de creatina. Tesis de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Zoología y Antropología Física.; 2007.
- (51) García Avendaño P, Alayón A. Validez del método de fraccionamiento de la masa corporal en población atlética de uno y otro sexo. *Revista Española de Antropología Biológica* 1999 (20): 147-162.

(52) Alvero Cruz RJ, Cabañas Armesilla MD, Herrero de Lucas A, Martínez Riaza L, Porta Manzanido J. *et al.* Protocolo de Valoración de la Composición Corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de Consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). 2010; 27 (139): 330-344.

(53) Guillén Rivas L, Mielgo-Ayuso J, Norte-Navarro A, Cejuela R, Cabañas MD, Martínez-Sanz JM. Composición corporal y somatotipo en triatletas universitarios. *Nutrición Hospitalaria* 2015; 32 (2): 799-807.

(54) Conway JM, Norris KH y Bodwell CE (1984). A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *Am J Clin Nutr.* 40 (6): 1123-1130.

(55) Santos Beneit MG. Aplicación de nuevas tecnologías al análisis de la composición corporal: contraste metodológico y utilidad en el diagnóstico de la condición nutricional. Tesis de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Zoología y Antropología Física.; 2011.

(56) Durnin J, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32 (1): 77-97.

(57) Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Techniques for measuring body composition.* Washington, DC: National Academy of Sciences; 1961; 61: 223-244.

(58) Campillo J, Carmena R, Casanueva F, Durán S, Fernández-Soto M, Formiguera X, et al. Consenso SEEDO 2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin* 2000; 115: 587-597.

(59) Rubio M, Salas-Salvadó J, Barbany M, Moreno B, Aranceta J, Bellido D, et al. Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Rev Esp Obes* 2007; 5 (3): 135-175.

(60) Carrascosa Lezcano A, Fernández García JM, Fernández Ramos C. Estudio transversal español de crecimiento Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *An Pediatr* 2008; 68 (6): 552-569.

(61) Moreno-Romero S, Dipierri JE, Bejarano IF, Marrodán Serrano MD. Limitaciones del IMC como indicador exclusivo de estado nutricional. *Revista Argentina de Antropología Biológica*; 2007; 9 (1): 59.

(62) Arreaga Guerrero J y Carrasco Cabrera F. Estudio para la validez del IMC en diferentes disciplinas deportivas. Tesina de la Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.; 2013.

(63) Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. University of Michigan Press; 1990, pp 1-187.

(64) Marrodán MD, Mesa Santurino MS, Alba Díaz JA, Ambrosio Soblechero B, Barrio Caballero PA, Drak Hernández L, *et al.* Diagnósis de la obesidad: actualización de criterios y su validez clínica y poblacional. *Anales de Pediatría* 2006; 65 (1): 5-14.

(65) Bray GA, Bouchard C, James W. Definitions and proposed current classifications of obesity. *Handbook of obesity*. 1998: 31-40.

(66) Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology* 1981: 181-225.

(67) Chumlea WC, Guo SS, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Heymsfield SB, *et al.* Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *Int J Obes* 2002; 26 (12): 1596-1609.

(68) World Medical Association. Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects, amended by the 59th WMA General Assembly, Seoul, October 2008.

(69) Albuquerque Sendín F. Estudio comparativo intermetodológico de la composición corporal (Antropometría, Bia y Dexa). Tesis de la Universidad de Salamanca. Facultad de Ciencias Biosanitarias. Departamento de anatomía e histología humanas.; 2008.

(70) Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, Garcia A, Perez-Rodrigo C, et al. Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutr* 2004 Oct; 7 (7): 931-935.

(71) Agencia Española de Salud Alimentaria. Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad. Madrid: Coiman, SL; 2005.

(72) Saunders TJ, Tremblay MS, Despres JP, Bouchard C, Tremblay A, Chaput JP. Sedentary behaviour, visceral fat accumulation and cardiometabolic risk in adults: a 6-year longitudinal study from the Quebec Family Study. *PLoS One* 2013; 8 (1): e54225.

(73) Jeffery RW, Wing RR, Sherwood NE, Tate DF. Physical activity and weight loss: does prescribing higher physical activity goals improve outcome? *Am J Clin Nutr* 2003 Oct; 78 (4): 684-689.

(74) Cabañas M, Esparza F. Compendio de cineantropometría. Madrid: CTO Editorial 2009.

(75) Weiner JS, Lourie JA. Practical human biology: Academic Press London; 1981.



(76) Edid M. Procedimiento estándar para medir los pliegues cutáneos. 2012; Disponible en:

[http://nutricionpersonalizada.wordpress.com/2012/08/28/procedimiento\\_estandar\\_medir\\_pliegues\\_cutaneos/#top](http://nutricionpersonalizada.wordpress.com/2012/08/28/procedimiento_estandar_medir_pliegues_cutaneos/#top). Acceso 30/09/2013.

(77) Quetelet A. Physique sociale, ou essai sur le développement des facultés de l'homme. Volume 1. 1st ed. Bruxelles: Muquardt; 1869.

(78) Seidell JC, Deerenberg I. Obesity in Europe: prevalence and consequences for use of medical care. Pharmacoeconomics 1994; 5 (1): 38-44.

(79) Hsieh S, Yoshinaga H, Muto T. Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. Int J Obes 2003; 27 (5): 610-616.

(80) Stahn A, Terblanche E, Gunga H. Use of Bioelectrical Impedance: General Principles and Overview. In: Preedy VR, editor. Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease: Springer; 2012. p. 49-77.

(81) Alvero-Cruz J, Correas Gómez L, Ronconi M, Fernández Vázquez R, Porta i Manzanido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. Rev Andal Med Deporte 2011; 4 (4): 167-174.

(82) Chumlea WC, Baumgartner R, Roche AF. Specific resistivity used to estimate fat-free mass from segmental body measures of bioelectric impedance. *Am J Clin Nutr* 1988; 48 (1): 7-15.

(83) Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr* 1996; 64 (3): 436S-448S.

(84) Deurenberg P, van der Kooy K, Leenen R, Weststrate JA, Seidell JC. Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bioelectrical impedance: a cross-validation study. *Int J Obes* 1991 Jan; 15 (1): 17-25.

(85) Stolarczyk LM, Heyward VH, Van Loan MD, Hicks VL, Wilson WL, Reano LM. The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal *et al*: are they generalizable and practical? *Am J Clin Nutr* 1997 Jul; 66 (1): 8-17.

(86) Franssila-Kallunki A. Comparison of near-infrared light spectroscopy, bioelectrical impedance and tritiated water techniques for the measurement of fat-free mass in humans. *Scand J Clin Lab Invest* 1992 Dec; 52 (8): 879-885.

(87) Rosenthal R. The use of NEAR-IR light to measure body fat. "Scandinavian Weight Reduction Technical Conference". 1991 January 1991.

(88) Thomas DW, Ryde SJ, Ali PA, Birks JL, Evans CJ, Saunders NH, *et al.* The performance of an infra-red interactance instrument for assessing total body fat. *Physiol Meas* 1997 Nov; 18 (4): 305-315.

(89) Wilmore KM, McBride PJ, Wilmore JH. Comparison of bioelectric impedance and near-infrared interactance for body composition assessment in a population of self-perceived overweight adults. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994 Jun; 18 (6): 375-381.

(90) MedlinePlus. Cálculo del tamaño de la estructura corporal. 2012; Disponible en: [http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp\\_imagepages/17182.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/17182.htm). Acceso 18/12/2013, 2013.

(91) Israel RG, Houmard JA, O'Brien KF, Mc Cammon MR, Zamora BS, Eaton AW. Validity of a near-infrared spectrophotometry device for estimating human body composition. *Res Q Exerc Sport* 1989 Dec; 60 (4): 379-383.

(92) McLean KP, Skinner JS. Validity of Futrex-5000 for body composition determination. *Med Sci Sports Exerc* 1992 Feb; 24 (2): 253-258.

(93) Izquierdo JQ, Rodrigo CP, Majem LS, Viñas BR, Bartrina JA. Situación de la obesidad en España y estrategias de intervención. *Revista Española de Nutrición Comunitaria = Spanish Journal of Community Nutrition* 2008; 14 (3): 142-149.

(94) Clasey J, Bouchard C, Teates D, Riblett J, Thorner M, Hartman M, et al. The Use of Antropometric and Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DXA) Measures to Estimate total Abdominal and Abdominal Visceral Fat in Men and Women. *Obes Res* 1999; 7 (3): 256-264.

(95) Olmos MM, Guerrero DB, Cortés VB. Métodos de valoración de la distribución de la grasa corporal en el paciente obeso. *Revista Española de Obesidad* 2004; 2 (1): 42-49.

(96) Lakka H, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, *et al.* The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *Jama* 2002; 288 (21): 2709-2716.

(97) Carmienke S, Freitag M, Pischio T, Schlattmann P, Fankhaenel T, Goebel H, *et al.* General and Abdominal Obesity parameters and their combination in relation to mortality: a systematic review and meta-regression analysis. *European Journal of Clinical Nutrition* 2013; 67 (6): 573-585.

(98) Ministerio de Sanidad. Estrategia NAOS. Grasa corporal: distribución y medición. 2013; Disponible en: [http://www.naos.aesan.msssi.gob.es/csym/saber\\_mas/articulos/Grasa\\_corporal.html](http://www.naos.aesan.msssi.gob.es/csym/saber_mas/articulos/Grasa_corporal.html). Acceso 16/12/2013, 2013.

(99) Savva SC, Lamnisos D, Kafatos AG. Predicting cardiometabolic risk: waist-to-height ratio or BMI. A meta-analysis. *Diabetes, Metab Syndr Obes*, 2013; 6: 403-419.

(100) World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. World Health Organ Tech Rep 2000; 894.

(101) WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. Lancet 2004 Jan 10; 363 (9403): 157-163.

(102) World Health Organization. BMI Classification. 2014; Disponible en: [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html). Acceso 14/08/14, 2014.

(103) World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva; 2003. WHO Tech Rep Ser 2013; 916 (i-viii):23-25.

(104) Deyo RA, Diehr P, Patrick DL. Reproducibility and responsiveness of health status measures statistics and strategies for evaluation. Control Clin Trials 1991; 12 (4): S142-S158.

(105) Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. Medicina Clínica 1998; 110 (4): 142-145.

(106) Fleiss JL. Reliability of measurement. The design and analysis of clinical experiments 1986: 1-32.

- (107) Jiménez J. Comparación de métodos cuantitativos de medida. FMC-Formación Médica Continuada en Atención Primaria 1994; 1: 404-410.
- (108) Maqueda C. Atlas Histórico de España II: Ediciones AKAL; 1999.
- (109) Solsona M, Viciano F. Claves de la evolución demográfica en el cambio de milenio. Gac Sanit 2004; 18 (1): 8-15.
- (110) Marrodán MD, Montero P, Cherkaoui M. Transición Nutricional en España durante la historia reciente. Nutrición clínica y dietética hospitalaria 2012; 32 (2): 55-64.
- (111) Diseño de un menú semanal, equilibrado, sugerente y saludable. Disponible en: [bibliotecavirtual.diba.cat/documents/10934/3667829/](http://bibliotecavirtual.diba.cat/documents/10934/3667829/). Acceso 29/11/2014, 2014.
- (112) Del Pozo S, García V, Cuadrado C, Ruiz E, Valero T, Ávila J, *et al.* Valoración nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario.; 2012.
- (113) Michel de Lorgeril M, Salen P, Martin J, Monjaud I, Delaye J, Mamelle N. Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction: final report of the Lyon Diet Heart Study. Circulation 1999; 99: 779-85.

(114) Martinez-Gonzalez MA, Corella D, Salas-Salvado J, Ros E, Covas MI, Fiol M, *et al.* Cohort profile: design and methods of the PREDIMED study. *Int J Epidemiol* 2012 Apr; 41 (2): 377-385.

(115) Arós F, Estruch R. Dieta mediterránea y prevención de la enfermedad cardiovascular. *Rev Esp Cardiol* 2013; 66 (10): 771-774.

(116) Estruch R. Qué nos ha enseñado y qué nos queda por aprender del estudio PREDIMED. *Avances en Diabetología* 2013; 29 (4): 81-87.

(117) Ensayo PREDIMED (Prevención con Dieta Mediterránea). 2014; Disponible en: <http://www.predimed.es/introduction.html>. Acceso 24/11/2014, 2014.

(118) Martínez-González MA, García-Arellano A, Toledo E, Salas-Salvado J, Buil-Cosiales P, Corella D, *et al.* A 14-item Mediterranean diet assessment tool and obesity indexes among high-risk subjects: the PREDIMED trial. *PLoSOne* 2012; 7(8): e43134.

(119) Cabrero MR, Aparicio AG, Martín JJS, González BP, Fernández JS, Gracia R, *et al.* Calidad de la dieta y su relación con el IMC y el sexo en adolescentes. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria* 2012; 32 (2): 21-27.

(120) Schröder H, Mendez MA, Gomez SF, Fíto M, Ribas L, Aranceta J, *et al.* Energy density, diet quality, and central body fat in a nationwide survey of young Spaniards. *Nutrition* 2013; 29 (11): 1350-1355.

(121) Ayechu A, Durá Travé T. Calidad de los hábitos alimentarios (adherencia a la dieta mediterránea) en los alumnos de educación secundaria obligatoria. *Anales del sistema sanitario de Navarra*; 2010; 33 (1): 35-42.

(122) Durá Travé T, Castroviejo Gandarias A. Adherencia a la dieta mediterránea en la población universitaria. *Nutr Hosp* 2011; 26 (3): 602-608.

(123) Navarro-González I, López-Nicolás R, Rodríguez-Tadeo A, Martínez-Marín M, Doménech-Asensi G. Adherencia a la Dieta Mediterránea de Estudiantes de Enfermería en Murcia (ESPAÑA). *Nutrición Hospitalaria* 2014; 30 (1): 165-172.

(124) Egeda Manzanera JM, Vega MR. Adherencia a la dieta mediterránea en futuras Maestras. *Nutrición Hospitalaria* 2014; 30 (2): 343-350.

(125) Rodríguez-Rodríguez FJ, Espinoza Oteiza LR, Gálvez Carvajal J, Macmillan Kuthe NG, Solis Urrea P. Estado nutricional y estilos de vida en estudiantes universitarios de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. *Univ. Salud* 2013; 15 (2): 123-135.

(126) González C, Argilaga S, Agudo A, Amiano P, Barricarte A, Beguiristain J, *et al.* Diferencias sociodemográficas en la adhesión al patrón de dieta mediterránea en poblaciones de España. *Gaceta Sanitaria* 2002; 16 (3): 214-221.



(127) León-Muñoz LM, Guallar-Castillon P, Graciani A, Lopez-Garcia E, Mesas AE, Aguilera MT, *et al.* Adherence to the Mediterranean diet pattern has declined in Spanish adults. *J Nutr* 2012 Oct; 142 (10): 1843-1850.

(128) Villalón Mir M, Cutillas L, Martínez-Martínez F, López García de la Serrana, Herminia, Oliveras-López M, Samaniego-Sánchez C. La Oficina de Farmacia: una herramienta para conocer el grado de adherencia a la dieta mediterránea de la población. 2012.

(129) Encuesta Nacional de Salud 2011-2012. Nota de Prensa. 2014; Disponible en at: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft15/p419&file=inebase&L=0>. Acceso 23/07/2014, 2014.

(130) Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. 2010.

(131) Moreno Gómez,C. Factores que Influyen en la Actividad Física y en los Hábitos Alimentarios de los Estudiantes Universitarios. Tesis de la Universitat de les Illes Balears. Departamento de Enfermería y Fisioterapia.

(132) Sánchez Pérez A. Etapas de cambio en el ejercicio físico y variables psicosociales: Diferencias entre etapas y homogeneidad intra-etapa en una muestra de jóvenes universitarios. *Cuadernos de psicología del deporte* 2002; 2 (2):75-86.

(133) Gutiérrez, M. Aspectos del entorno escolar y familiar que se relacionan con la práctica deportiva en la adolescencia. En: Primer Congreso Hispano-Portugués de Psicología 2000.

(134) Fernández IC, Sola IB. Dimensiones de los motivos de práctica deportiva de los adolescentes valencianos escolarizados. *Apuntes Educación Física y Deportes* 2001; 63: 22-29.

(135) Pavón A, Moreno J. Actitud de los universitarios ante la práctica físico-deportiva: diferencias por géneros. *Revista de psicología del deporte* 2008; 17 (1): 7-23.

(136) Sjöström M, Oja P, Hagströmer M, Smith B, Bauman A. Health-enhancing physical activity across European Union countries: The Eurobarometer study. *Journal of Public Health* 2006; 14 (5): 291-300.

(137) Martinez-Gonzalez MA, Varo JJ, Santos JL, Irala JD, Gibney M, Kearney J, *et al.* Prevalence of physical activity during leisure time in the European Union. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001.

(138) Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Indicadores de Salud 2013. Evolución de los indicadores del estado de salud en España y su magnitud en el contexto de la Unión Europea. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2014.

(139) Blasco T, Capdevila L, Pintanel M, Valiente L, Cruz J. Evolución de los patrones de actividad física en estudiantes universitarios. *Revista de Psicología del deporte* 1996; 5 (2): 51-63.

(140) Sánchez A, García F, Landabaso V. Participación en actividad física de una muestra universitaria a partir del modelo de las etapas de cambio en el ejercicio físico: un estudio piloto. *Revista de Psicología del Deporte* 1998; 7 (2): 233-245.

(141) Lee A, Fredenburg K, Belcher D, Cleveland N. Gender differences in children's conceptions of competence and motivation in physical education. *Sport, Education and Society* 1999; 4 (2): 161-174.

(142) Palacios Gil de Antuñano, N. Otros temas de Interés. Vida activa, ejercicio y alimentación. En: Varela Moreiras G, editor. **LIBRO BLANCO DE LA NUTRICIÓN EN ESPAÑA**: Fundación Española de la Nutrición (FEN); Madrid: Lesinger; 2013. p. 551-559.

(143) Wen CP, Wai JPM, Tsai MK, Yang YC, Cheng TYD, Lee M, *et al.* Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *The Lancet* 2011; 378 (9798): 1244-1253.

(144) Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002; 346 (11): 793-801.

(145) Gustafsson A, Werdelin L, Tullberg BS, Lindenfors P. Stature and sexual stature dimorphism in Sweden, from the 10th to the end of the 20th century. *Am J Hum Biol* 2007; 19 (6): 861-870.

(146) Prado Martínez C, Marrodán Serrano MD, Cuesta R. Cambio secular, involución senil y dimorfismo sexual en la población española. *Estudios de Antropología Biológica* 2001; 10 (2): 397-408.

(147) Gómez-Cabello A, Rodríguez GV, Vila-Maldonado S, Casajús JA, Ara I. Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutrición hospitalaria* 2012; 27 (1): 22-30.

(148) Lukaski H, Friedl K, Hubbard V. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *Int J Obes* 2002; 26: 1596-1611.

(149) Wells JC. Sexual dimorphism of body composition. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism* 2007; 21 (3): 415-430.

(150) Guo SS, Zeller C, Chumlea WC, Siervogel RM. Aging, body composition, and lifestyle: The Fels Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr* 1999 Sep; 70 (3): 405-411.

(151) Carmelli D, McElroy MR, Rosenman RH. Longitudinal changes in fat distribution in the Western Collaborative Group Study: a 23-year follow-up. *Int J Obes* 1991; 15 (1): 67-74.

(152) Kyle UG, Genton L, Hans D, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *Eur J Clin Nutr* 2001; 55 (8): 663-672.

(153) Visser M, Pahor M, Tylavsky F, Kritchevsky SB, Cauley JA, Newman AB, *et al.* One- and two-year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women. *J Appl Physiol* 2003; 94 (6): 2368-2374.

(154) Webster JD, Hesp R, Garrow JS. The composition of excess weight in obese women estimated by body density, total body water and total body potassium. *Hum Nutr Clin Nutr* 1984; 38 (4): 299-306.

(155) Heymsfield SB, Gonzalez MC, Shen W, Redman L, Thomas D. Weight loss composition is one-fourth fat-free mass: a critical review and critique of this widely cited rule. *Obes Rev* 2014; 15 (4): 310-321.

(156) Dixon JB, Lambert EA, Grima M, Rice T, Lambert GW, Straznicki NE. Fat-free mass loss generated with weight loss in overweight and obese adults: what may we expect? *Diabetes Obes Metab* 2015; 17 (1): 91-93.

(157) BodyStat. Manual BodyStat Quad Scan 4000. Tecnología de impedancia de frecuencia multi. Versión 2/07. BODYSTAT (Isle of Man) LTD. 2007. p 1- 102.

(158) TANITA. Manual de instrucciones del analizador de la composición corporal BC-545. TANITA Corporation; 2007. p. 1-32.

(159) User's Manual FUTREX® 5500 A/WL. Body Fat and Fitness Analyzer. FUTREX INC. 2003. p 1-40.

(160) Aristizábal JC, Restrepo MT, Estrada A. Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica. *Biomédica* 2007; 27 (2): 216-224.

(161) Hughes VA, Roubenoff R, Wood M, Frontera WR, Evans WJ, Fiatarone Singh MA. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *Am J Clin Nutr* 2004; 80 (2): 475-482.

(162) Raguso CA, Kyle U, Kossovsky MP, Roynette C, Paoloni-Giacobino A, Hans D, *et al.* A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: role of physical exercise. *Clinical Nutrition* 2006; 25 (4): 573-580.

(163) Strugnell C, Dunstan DW, Magliano DJ, Zimmet PZ, Shaw JE, Daly RM. Influence of age and gender on fat mass, fat-free mass and skeletal muscle mass among Australian adults: The Australian diabetes, obesity and lifestyle study (AusDiab). *J Nutr Health & Aging* 2014; 18 (5): 540-546.

(164) Lauretani F, Bandinelli S, Griswold ME, Maggio M, Semba R, Guralnik JM, *et al.* Longitudinal Changes in BMD and Bone Geometry in a Population-Based Study. *Journal of Bone and Mineral Research* 2008; 23 (3): 400-408.

(165) Riobó Serván P. Patologías asociadas a la nutrición. Prevalencia, prevención y tratamiento nutricional. Salud ósea y patologías asociadas. En: Varela-Moreiras G, editor. LIBRO BLANCO DE LA NUTRICIÓN EN ESPAÑA.: Fundación Española de la Nutrición (FEN); Madrid: Lesinguer; 2013. p. 341-348.

(166) Kang DH, Guo LF, Guo T, Wang Y, Liu T, Feng XY, *et al.* Association of body composition with bone mineral density in northern Chinese men by different criteria for obesity. J Endocrinol Invest 2015; 38 (3): 323-331.

(167) Costi D, Calcaterra PG, Iori N, Vourna S, Nappi G, Passeri M. Importance of bioavailable calcium drinking water for the maintenance of bone mass in post-menopausal women. J Endocrinol Invest 1999; 22 (11): 852-856.

(168) Van Loan, MD, Boileau RA. Age, gender, and fluid balance. In Buskirk ER, Puhl SM. Eds. Body Fluid Balance: Exercise and sport. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc 1996; 3 (6): 215-230.

(169) Palacios N, Montalvo Z, Ribas A. Alimentación, Nutrición e Hidratación en el Deporte. Madrid: Imprenta Nacional del BOE 2009.

(170) Grandjean A, Campbell S. Hidratación: líquidos para la vida. ILSI de México, 2006: 1-39.

(171) González-Gross M, Pedrero Chamizo R, Valtueña Santamaría J. Ingesta de energía, nutrientes y otros componentes. Agua e hidratación. En: Varela Moreiras G, editor. LIBRO BLANCO DE LA NUTRICIÓN EN ESPAÑA.: Fundación Española de la Nutrición (FEN); Madrid: Lesinguer, 2013. p. 165-177.

(172) Martin AD, Daniel MZ, Drinkwater DT, Clarys JP. Adipose tissue density, estimated adipose lipid fraction and whole body adiposity in male cadavers. *Int J Obes. Relat Metab Disord* 1994; 18 (2): 79-83.

(173) Alman PL, Dittmer DS. Biological handbooks. Blood and other body fluids. Analysis and compilation by Philip L. Altman. 5th ed.: Washington, DC: Federation of American Societies for Experimental Biology; 1961.

(174) Román Martínez Álvarez J, Villarino Marín A, Iglesias Rosado C. VII. Necesidades generales de ingesta de agua en la población: recomendaciones de consumo. *Nutrición y Salud*. 65.

(175) Grande Covían F. Necesidades de agua y nutrición. *Revista Española de Nutrición Comunitaria = Spanish Journal of Community Nutrition*, 2008; 14 (2): 67-89.

(176) Goldberg LR, Heiss CJ, Parsons SD, Foley AS, Mefferd AS, Hollinger D, *et al*. Hydration in older adults: the contribution of bioelectrical impedance analysis. *Int J Speech Lang Pathol* 2014; 16 (3): 273-281.



(177) Widen EM, Strain G, King WC, Yu W, Lin S, Goodpaster B, *et al.* Validity of bioelectrical impedance analysis for measuring changes in body water and percent fat after bariatric surgery. *Obes Surg* 2014; 24 (6): 847-854.

(178) López-Fontana C, Martínez-González M, Martínez J. Obesidad, metabolismo energético y medida de la actividad física. *Revista Española de Obesidad* 2003; 1 (1): 29-36.

(179) Bruzos SCC, Boticario CB. Nutrición y dietética II: aspectos clínicos. Editorial UNED; 2005.

(180) Hernández Aguado I, Porta Serra M, Miralles M, García Benavides F, Bolúmar Montrull F. La cuantificación de la variabilidad en las observaciones clínicas. *Medicina Clínica* 1990; 95 (11): 424-429.

(181) Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br. J. Nutr.* 1978; 40 (3): 497-504.

(182) Wilmore KM, McBride PJ, Wilmore JH. Comparison of bioelectric impedance and near-infrared interactance for body composition assessment in a population of self-perceived overweight adults. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994 Jun; 18 (6): 375-381.

(183) Vehrs P, Morrow Jr, Butte N. Reliability and concurrent validity of Futrex and bioelectrical impedance. *Int J Sports Med* 1998; 19 (8): 560-566.

(184) Brooke-Wavell K, Jones PR, Norgan NG, Hardman AE. Evaluation of near infra-red interactance for assessment of subcutaneous and total body fat. *Eur J Clin Nutr* 1995; 49 (1): 57-65.

(185) Kalantar-Zadeh K, Block G, Kelly MP, Schroepfer C, Rodriguez RA, Humphreys MH. Near infra-red interactance for longitudinal assessment of nutrition in dialysis patients. *J Ren Nutr* 2001; 11 (1): 23-31.

(186) Evans J, Lambert M, Micklesfield L, Goedecke J, Jennings C, Savides L, *et al.* Infrared Reactance for the Estimation of Body Fatness in Regularly Exercising Individuals. *Int J Sports Med* 2013; 34 (7): 612-615.

(187) Tendencias de salud en 30 indicadores. Disponible en: [http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/Enc\\_Eur\\_Salud\\_en\\_Esp\\_2014.htm](http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/Enc_Eur_Salud_en_Esp_2014.htm). Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2016. Acceso 24/08/2016.

(188) Banegas JR, Graciani A, Guallar-Castillón P, León-Muñoz LM, Gutiérrez-Fisac JL, López-García E, Otero-Rodríguez A, Regidor E, Taboada JM, Aguilera MT, Villar F, Zuluaga MC, Rodríguez-Artalejo F. Estudio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular en España (ENRICA). Madrid: Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad Autónoma de Madrid, 2011.

(189) Regidor E, Gutierrez-Fisac J, Alfaro M. Evolución de los indicadores del estado de salud en España y su magnitud en el contexto de la Unión Europea. Ministerio de Sanidad y Política Social, 2009.

(190) Gallus S, Lugo A, Murisic B, Bosetti C, Boffetta P, La Vecchia C. Overweight and obesity in 16 European countries. Eur J Nutr 2015; 54 (5): 679-689.

(191) World Health Organization. 2014; Disponible en: [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html). Acceso 17/08/2014, 2014.

(192) López-Jiménez F, Cortés-Bergoderi M. Obesidad y corazón. Rev Esp Cardiol 2011; 64 (2): 140-149.

(193) WHO. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation (TRS 894). Geneva, World Health Organization (WHO), 2000a.

(194) Alegría Ezquerro E, Castellano Vázquez JM, Alegría Barrero A. Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: implicaciones cardiovasculares y actuación terapéutica. Rev Esp Cardiol 2008; 61 (7): 752-64.

(195) Velthuis MJ, Schuit AJ, Peeters PH, Monninkhof EM. Exercise program affects body composition but not weight in postmenopausal women. Menopause 2009; 16 (4): 777-784.

(196) Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994, NHANES III Laboratory Data File. Public Use Data File Documentation Number 76200 1996:1-462.

(197) Kodama S, Horikawa C, Fujihara K, Heianza Y, Hirasawa R, Yachi Y, *et al.*, Comparisons of the strength of associations with future type 2 diabetes risk among anthropometric obesity indicators, including waist-to-height ratio: a meta-analysis. *Am J Epidemiol* 2012; 176 (11): 959-969.

(198) Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis *obesity reviews* 2012;13 (3): 275-286.

(199) Rodríguez Rodríguez E, López Plaza B, López Sobaler AM, Ortega RM. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos españoles. *Nutr. Hosp.* 2011; 26 (2): 355-363.

(200) Luengo Pérez LM, Urbano Gávez JM, Pérez Miranda M. Validación de índices antropométricos alternativos como marcadores de riesgo cardiovascular. *Endocrinol Nutr* 2009; 56 (9) :439-446.

(201) Zhao LC, Peng YG, Li Y, Li SH, Wu YF. Contrast and efficacy of waist circumference and waist-to-height ratio in predicting central obesity. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2013; 34 (2): 120-124.

(202) Costa E, Soares EM, Lemos TM, Oliveira Maranhão TM, DantasAzevedo G. Central obesity index and cardiovascular risk factors in polycystic ovary syndrome. *Arq Bras Cardiol*. 2010; 94 (5): 633-638.

(203) Costa EC, Sá JC, Soares EM, Lemos TM, Maranhão TM, Dantas Azevedo G. Anthropometric indices of central obesity how discriminators of metabolic syndrome in Brazilian women with polycystic ovary syndrome. *Gynecol Endocrinol*. 2012; 28 (1): 12-15.

(204) Larsson B, Svardsudd K, Welin L, Wilhelmsen L, Bjorntorp P, Tibblin G. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1984; 288 (6428): 1401-1404.

(205) Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, Pennert K, Rybo E, Sjostrom L. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1984; 289 (6454): 1257-1261.

(206) Van Dijk S, Takken T, Prinsen E, Wittink H. Different anthropometric adiposity measures and their association with cardiovascular disease risk factors: a meta-analysis. *Netherlands Heart Journal* 2012; 20 (5): 208-218.

(207) Shimokata H, Tobin JD, Muller DC, Elahi D, Coon PJ, Andres R. Studies in the distribution of body fat: I. Effects of age, sex, and obesity. *J Gerontol* 1989; 44 (2): M66-M73.

(208) Shimokata H, Andres R, Coon PJ, Elahi D, Muller DC, Tobin JD. Studies in the distribution of body fat. II. Longitudinal effects of change in weight. *Int J Obes* 1988; 13 (4): 455-464.

(209) World Health Organization. Waist Circumference and Waist-Hip ratio. Report of a WHO Expert Consultation. 2011.

(210) Zweig MH, Campbell G. Receiver-operating characteristic (ROC) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine. *Clin Chem* 1993; 39 (4): 561-577.

(211) Cameiro Roriz AK, Santana Passos LC, Cunha de Oliveira C, Eickemberg M, de Almeida Moreira P, Ramos Sampaio L. Poder Discriminatorio de los Indicadores Predictores de Adiposidad Visceral Evaluados mediante Tomografía en los adultos y las personas de edad avanzada. *Nutr Hosp* 2014; 29 (6): 1401-1407.

(212) Ramos Haun D, Gondim Pitanga FJ, Lessa I. Razão cintura/estatura comparado a outros indicadores antropométricos de obesidad como preditor de risco coronario elevado. Rev. Assoc Med Bras 2009; 55 (6): 705-711.

(213) Almeida RTD, Almeida MMGd, Araújo TM. Abdominal obesity and cardiovascular risk: performance of anthropometric indexes in women. Arq Bras Cardiol 2009; 92 (5): 375-380.

(214) Zeng Q, HeY, Dong S, Zhao X, Chen Z, Song Z, Chang G, Yang F and Wang Y. Optimal cut-off values of BMI, waist circumference and waist: height ratio for defining obesity in Chinese adults. Br J Nutr 2014; 112 (10): 1735-1744.

(215) Lin WY, Lee LT, Chen CY, Lo H, Hsia HH, Liu IL, *et al.* Optimal cut-off values for obesity: using simple anthropometric indices to predict cardiovascular risk factors in Taiwan. Int J Obes Relat Metab Disord. 2002; 26 (9): 1232-1238.

(216) Ko GTC, Chan JCN, Cockram CS, Woo J. Prediction of hypertension, diabetes, dyslipidaemia or albuminuria using simple anthropometric indexes in Hong Kong Chinese. Int J Obes. 1999; 23 (11): 1136-1142.

(217) Pitanga FJG, Lessa I. Razão cintura-estatura como discriminador do risco coronariano de adultos. Rev Assoc Med Bras. 2006; 52 (3): 157-161.

(218) Berber A, Gómez-Santos R, Fanghänel G, Sánchez-Reyes L. Anthropometric indexes in the prediction of type 2 diabetes mellitus, hypertension and dyslipidaemia in a Mexican population. *Int J Obes*. 2001; 25 (12): 1794-1799.

(219) Martín Moreno V, Gómez J, Antoranz M. Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. Análisis comparativo. *Rev Esp Salud Pública* 2001; 75 (3): 221-236.

(220) Seidell JC, Oosterlee A, Thijssen MAO, Burema J, Deurenberg P, Hauvast JA *et al*. Assesment of intra-abdominal and subcutaneous abdominal fat: relation between anthropometry and computed tomography. *Am J Clin Nutr* 1987; 45 (1): 7-13.

(221) Kvist H, Chowdhury B, Grangard U, Tylen U, Sjöström LA. Total and visceral adiposse tissue volumes derived from measurements with computed tomography in adult men and women: predictive equations. *Am J Clin Nutr* 1988; 48 (6): 1351-1361.

(222) Valencia ME, & Villegas-Valle RC. Body Fat Measurement by Air Displacement Plethysmography: Theory, Practice, Procedures, and Applications. En: Preedy VR, editor. *Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease*: Springer; 2012. p. 397-413.



(223) Bouza A, Bellido D, Rodríguez B, Pita S, Carreira J. Estimación de la grasa abdominal visceral y subcutánea en pacientes obesos a través de ecuaciones de regresión antropométricas. *Revista Española de Obesidad* 2008; 6 (3): 153-162.

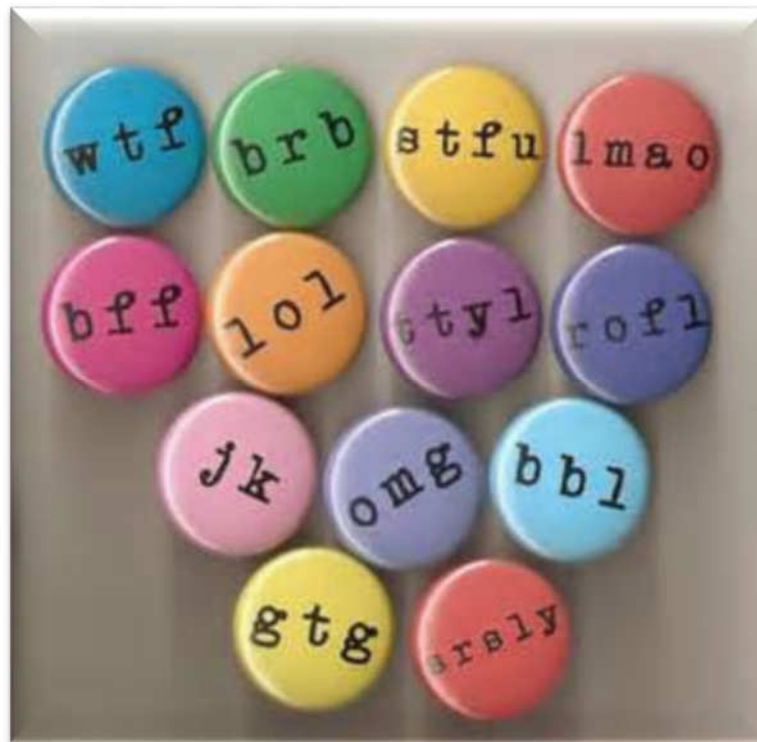
(224) Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72 (3): 694–701.

(225) Deurenberg P, Yap M, Van Staveren WA. Body mass index and percent body fat: a metaanalysis among different ethnic groups. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1998; 22: 1164–1171.

(226) Jackson AS, Stanforth PR, Gagnon J, Rankinen T, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Bouchard C, Wilmore JH. The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: The Heritage Family Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26 (6): 789-796.

(227) Levitt DG, Gallagher D, and Heymsfield SB. Physiological Basis of Regression Relationship Between Body Mass Index (BMI) and Body Fat Fraction. In: Preedy VR, editor. *Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease*: Springer; 2012. p. 441- 457.

(228) Larsson I, Henning B, Lindroos AK, Naslund I, Sjostrom CD, Sjostrom L. Optimized predictions of absolute and relative amounts of body fat from weight, height, other anthropometric predictors, and age 1. *Am J Clin Nutr.* 2006; 83 (2): 25-259.



## ***11. ÍNDICE DE ABREVIATURAS -***

---



**Índice de Abreviaturas**

Las abreviaturas y acrónimos se han reseñado por orden alfabético:

ABC	Área Bajo la Curva
ACT	Agua Corporal Total
ADM	Adhesión a la Dieta Mediterránea
AE	Auxiliar de Enfermería
AOS	Auxiliar de obras y Servicios
AEC	Agua Extracelular
AIC	Agua Intracelular
BIA	Bioimpedancia Eléctrica
CAM	Comunidad Autónoma de Madrid
cm	Centímetros
CC	Composición Corporal
CCI	Coefficiente de Correlación Intraclase
CMO	Contenido Mineral Óseo
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CT	Tomografía Computerizada
DBG	Dieta Baja en Grasas
DE	Desviación Estándar
DM	Dieta Mediterránea

DMO	Densidad Mineral Ósea
DEXA	Absorciometría de rayos X de energía dual
DORICA	Dislipemia, Obesidad y Riesgo Cardiovascular
DUE	Diplomada Universitaria en Enfermería
DW	Durnin y Womersley
ECV	Enfermedad Cardiovascular
ENRICA	Estudio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular en España
ENSE	Encuesta Nacional de Salud en España
ENT	Enfermedades No Transmisibles
EPIC	European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition
EPINUT-UCM	Grupo de Epidemiología nutricional de la Universidad Complutense de Madrid
FEN	Fundación Española de la Nutrición
GC	Grasa Corporal
HGUGM	Hospital General Universitario Gregorio Marañón
IC	Intervalo de Confianza
ICC	Índice Cintura Cadera
ICT	Índice Cintura Talla
IDIME	Inventario de la Dieta Mediterránea
IEFS	Institute of European Food Studies
INE	Instituto nacional de Estadística
IMC	Índice de Masa Corporal
ISAK	Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría
JP	Jackson y Pollock
Kcal	Kilocalorías

Kg	Kilogramos
K40	Potasio 40
LI	Límite Inferior
LS	Límite Superior
kHz	Kilohercios
MCT	Masa Corporal Total
MEDAS	Screening de Adhesión a la Dieta Mediterránea
MG	Masa Grasa
MLG	Masa Libre de Grasa
m	Metros
mm	Milímetros
MONIT	Monitoreo de Enfermedades Cardiovasculares y Diabetes en Brasil
MRI	Imagen de resonancia magnética
nm	Nanometros
NIH	National Institutes of Health
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
NHLBI	National Heart, Lung and Blood Institute
NIR	Near Infrared Interactance (Interactancia de Infrarrojos)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OD	Dato Óptico
$\Omega$	Ohmnios
PC	Perímetro de la Cintura

PCm	Perímetro de la Cintura mínimo
PCu	Perímetro de la Cintura umbilical
PCd	Perímetro de la Cadera
PO	Peso Óseo
PREDIMED	Prevención con Dieta Mediterránea
RCM	Riego Cardio-Metabólico
RCV	Riesgo Cardio-Vascular
RJB	Real Jardín Botánico
ROC	Receiver Operating Characteristics
SEDCA	Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación
SEEDO	Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad
SIDA	Síndrome de Inmunodeficiencia Humana
SM	Síndrome Metabólico
SENC	Sociedad Española de Nutrición Comunitaria
TEL	Técnico Especialista en Laboratorio
TER	Técnico Especialista en Radiodiagnóstico
TES	Técnico Especialista Sanitario
UAM	Universidad Autónoma de Madrid
UCM	Universidad Complutense de Madrid
UE	Unión Europea
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
WGOC	Working Group on Obesity in China
WHO	World Health Organization



## ***12. ANEXOS***

---





## ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO



Hospital General Universitario  
Gregorio Marañón



### Consentimiento/ Hoja Informativa

Título del Proyecto:

Nombre del Investigador Principal:

Centro:

### INTRODUCCIÓN

Nos dirigimos a usted para informarle sobre este Proyecto de Investigación en el que se le invita a participar.

Nuestra intención es tan sólo que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en este Proyecto. Para ello lea esta hoja informativa con atención y le aclararemos las dudas que le puedan surgir después de la explicación.

## **PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA**

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir no participar y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con los profesionales ni se produzca perjuicio alguno en su cuidado.

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO**

Con este estudio se pretende elaborar estándares de composición corporal para la población adulta española obtenidos mediante antropometría, impedancia eléctrica (BIA) e interactancia de infrarrojos.

Para ello se le realizará una serie de mediciones como la estatura, el peso, los perímetros de cintura y cadera y los pliegues grasos del bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco y una encuesta acerca de los hábitos alimentarios y socioeconómicos, así como sobre la frecuencia e intensidad del ejercicio físico desempeñado. Sus datos serán tratados siempre de forma anónima y sin riesgos para usted.



Hospital General Universitario  
Gregorio Marañón



## **BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO**

Es posible que no obtenga ningún beneficio en este estudio. Al igual que no se deriva ningún riesgo de su participación. El interés de este estudio es poner de manifiesto la conveniencia de actualizar y elaborar valores de referencia de composición corporal mediante, antropometría, BIA e interactancia de infrarrojos para población adulta española, utilizando patrones para adiposidad total y relativa, así como para masa libre de grasa que tengan utilidad en el diagnóstico de la condición nutricional. Al mismo tiempo, se elaborarán el grado de hidratación, el IMC y otros indicadores morfofisiológicos que reflejan la distribución del contenido adiposo, tales como el índice de cintura cadera o cintura talla.

## **CONFIDENCIALIDAD**

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes, se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse al investigador principal del estudio.

## **INFORMACIÓN DE CONTACTO**

Nombre del Investigador Principal:

E-mail:

Teléfono de contacto:

**Título del Proyecto:**

Nombre del Investigador Principal:

Centro de referencia:



Hospital General Universitario  
Gregorio Marañón



Yo (Nombre y Apellidos) .....

- He leído el documento informativo que acompaña a este consentimiento (Hoja de Información)
- He podido hacer preguntas sobre el estudio
- He recibido suficiente información sobre el estudio
- He hablado con.....
- Comprendo que mi participación es voluntaria y soy libre de participar o no en el estudio
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
  - Cuando quiera
  - Sin tener que dar explicaciones
  - Sin que esto repercuta en mi asistencia
- Se me ha informado que todos los datos obtenidos en este estudio serán confidenciales y se tratarán conforme establece la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/99



Hospital General Universitario  
Gregorio Marañón



Por consiguiente, presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información

Firma del participante

Firma del profesional

Nombre y apellidos

Nombre y apellidos:

Fecha:

Fecha:

En caso de revocación del Consentimiento:

Fecha.....

Firma.....

## ANEXO 2: DICTAMEN DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA



Hospital General Universitario  
Gregorio Marañón

Comunidad de Madrid



### DICTAMEN DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

D. Fernando Díaz Otero, Secretario del **COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA - ÁREA 1**

#### CERTIFICA

Que ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

**TÍTULO:** “Estándares de composición corporal para población española adulta obtenidos mediante antropometría e impedancia eléctrica (BIA) tetrapolar”

**PROMOTOR:** Investigador

y considera que :

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos legalmente establecidos, y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores, y las instalaciones y medios disponibles, tal y como ha sido informado, son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Además, el citado CEIC cumple las normas de BPC (CPMP / ICH / 135 / 95).

Este CEIC acepta que dicho estudio sea realizado por la investigadora principal:

Dña. Patricia Montserrat Rodríguez Camacho / Servicio de Urgencias / Hospital General Universitario del Gregorio Marañón

Lo que firmo en Madrid, a 26 de julio de 2011

Fdo.: Dr. Fernando Díaz Otero

N.E.: - -	C.P.: - -	C.I.: 209/11
-----------	-----------	--------------

C/ Dr. Esquerdo 46, Pabellón de Gobierno, Planta baja, 28007 Madrid  
ceic.hguqm@salud.madrid.org Tel. 91-426 93 78 – Fax. 91-400 81 56



### ANEXO 3: ENCUESTA DE HÁBITOS ALIMENTARIOS Y SOCIOECONÓMICA

Test KIDMED (Serra-Majem *et al.* 2004)

	SI	NO
Tomas una fruta o un zumo de fruta cada día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomas una segunda fruta cada día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomas verduras frescas (ensalada) o cocinadas más de una vez al día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomas pescado con regularidad (al menos 2-3 veces a la semana)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vas una vez o más a la semana a un restaurante de comida rápida (hamburguesería...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomas más de una vez a la semana legumbres (lentejas, garbanzos...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomas pasta o arroz casi a diario (5 o más veces por semana)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desayunas cereales o pan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomas frutos secos habitualmente (al menos 2-3 veces a la semana)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empleas aceite de oliva en casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A veces, o siempre, te saltas el desayuno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desayunas un lácteo (leche, yogur...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desayunas bollería industrial (galletas, magdalenas...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomas 2 yogures y/o un trozo de queso cada día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomas varias veces al día dulces o golosinas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FECHA DE NACIMIENTO \_\_\_\_\_

TU LUGAR DE NACIMIENTO \_\_\_\_\_

LUGAR DE NACIMIENTO - DEL PADRE \_\_\_\_\_

DEL ABUELO PATERNO \_\_\_\_\_

DE LA ABUELA PATERNA \_\_\_\_\_

- DE LA MADRE \_\_\_\_\_

DEL ABUELO MATERNO \_\_\_\_\_

DE LA ABUELA MATERNA \_\_\_\_\_

NÚMERO DE HERMANOS (INCLUÍDO TÚ) \_\_\_\_\_

PROFESIÓN \_\_\_\_\_

## ANEXO 4: FRECUENCIA E INTENSIDAD DEL EJERCICIO FÍSICO DESEMPEÑADO

Frecuencia	5 - Todos o casi todos los días (6-7 veces a la semana)
	4 - De 3 a 5 veces a la semana
	3 - De 1 a 2 veces a la semana
	2 - Pocas veces al mes
	1 - Nunca
Intensidad	5 - Actividad fuerte: correr, natación, ciclismo.
	4 - Moderadamente fuerte: tenis, squash.
	3 - Moderada: ciclismo suave, aerobio suave.
	2 - Ligeramente moderada: caminar rápido, voleibol.
	1 - Ligera: caminar, golf.
Tiempo	4- Más de 30 minutos.
	3 - De 20 a 30 minutos.
	2 - De 10 a 20 minutos.
	1 - Menos de 10 minutos.

## ANEXO 5: FICHA DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y DE BIOIMPEDANCIA

FECHA	EDAD (Años)		
LUGAR	PESO (Kg)		
SEXO      Hombre      Mujer	ESTATURA (cm)		
PERÍMETROS (cm)	CINTURA	MÍNIMO	
		UMBILICAL	
	CADERA		
PLIEGUES (mm)	TRICIPITAL		
	BICIPITAL		
	SUBESCAPULAR		
	SUPRAILÍACO		
BIOIMPEDANCIA	TETRAPOLAR	GRASA (%)	
		TMB	
		% AGUA	
		GRASA VISCERAL	
		PESO ÓSEO	
		PESO MAGRO	
		IMPEDANCIA ( $\Omega$ )	
ACTIVIDAD FÍSICA (Frecuencia/Actividad/Tiempo)			